

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月31日
Date of Application:

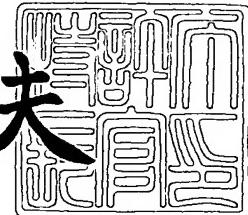
出願番号 特願2003-284152
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2003-284152]

出願人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2003年 8月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0101954
【提出日】 平成15年 7月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H03H 3/10
H03H 9/00

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 神名 重男

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100095728
【弁理士】
【氏名又は名称】 上柳 雅誉
【連絡先】 0266-52-3528

【選任した代理人】
【識別番号】 100107076
【弁理士】
【氏名又は名称】 藤綱 英吉

【選任した代理人】
【識別番号】 100107261
【弁理士】
【氏名又は名称】 須澤 修

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2002-292375
【出願日】 平成14年10月 4日

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 41779
【出願日】 平成15年 2月19日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013044
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0109826

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

オイラー角（ 0° ， $113\sim135^\circ$ ， $\pm(40\sim49^\circ)$ ）で切り出された水晶板の主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一对のIDT電極を配置してなる複数n個の弹性表面波素子M₁～M_nが、互いに並列関係に接続され、当該弹性表面波素子M₁～M_nから各々得られる弹性表面波の伝搬方向 $\psi_1\sim\psi_n$ の中で、少なくとも複数の前記伝搬方向が互いに異なるように配置されてなる弹性表面波装置であって、前記オイラー角を（ 0° ， θ ， ψ ）とした場合、前記伝搬方向 $\psi_1\sim\psi_n$ が、

$$\psi_1\sim\psi_n = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$$

の範囲内であることを特徴とする弹性表面波装置。

【請求項2】

オイラー角（ 0° ， $113\sim135^\circ$ ， $\pm(40\sim49^\circ)$ ）で切り出された水晶板の主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一对のIDT電極を配置してなる複数n個の弹性表面波素子M₁～M_nが、互いに並列関係に接続され、前記弹性表面波素子M₁～M_nの前記IDT電極から各々得られる電極幅／電極ピッチ $\eta_1\sim\eta_n$ の中で、少なくとも複数の前記電極幅／電極ピッチが互いに異なるように配置されてなる弹性表面波装置であって、前記オイラー角を（ 0° ， θ ， ψ ）とした場合、

$$\psi = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$$

の範囲内であることを特徴とする弹性表面波装置。

【請求項3】

オイラー角（ 0° ， $113\sim135^\circ$ ， $\pm(40\sim49^\circ)$ ）で切り出された水晶板の主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一对のIDT電極を配置してなる複数n個の弹性表面波素子M₁～M_nが、互いに並列関係に接続され、前記弹性表面波素子M₁～M_nの前記IDT電極から各々得られる電極幅／電極ピッチ $\eta_1\sim\eta_n$ の中で、少なくとも複数の前記電極幅／電極ピッチが互いに異なるように配置されてなる弹性表面波装置であって、かつ、当該弹性表面波素子M₁～M_nから各々得られる弹性表面波の伝搬方向 $\psi_1\sim\psi_n$ の中で、少なくとも複数の前記伝搬方向が互いに異なるように配置されてなる弹性表面波装置であって、前記オイラー角を（ 0° ， θ ， ψ ）とした場合、前記伝搬方向 $\psi_1\sim\psi_n$ が、

$$\psi_1\sim\psi_n = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$$

の範囲内であることを特徴とする弹性表面波装置。

【請求項4】

前記弹性表面波素子M₁～M_nから各々得られる温度特性の頂点温度T_{p1}～T_{pn}のうち少なくとも1つが、使用温度範囲外にあることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の弹性表面波装置。

【請求項5】

オイラー角が（ 0° ， $113\sim135^\circ$ ， $\pm(40\sim49^\circ)$ ）で切り出された前記水晶板に前記弹性表面波装置を配置する角度を調整することにより温度特性を調整することを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の弹性表面波装置の温度特性調整方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】弾性表面波装置および弾性表面波装置の温度特性調整方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、弾性表面波装置に係り、特に水晶板を用い、温度に対する周波数の変動を低減するようにした弾性表面波装置および温度特性調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、水晶片に代表される圧電体平板の主表面に I D T (Interdigital Transducer) 電極を設け、高周波領域を安定して発振させる弾性表面波装置が知られている。そして前述した弾性表面波装置では、温度変化に対する周波数の変動を低減させる目的から圧電体平板に ST カット水晶板を用い、当該 ST カット水晶板の X 軸方向（電気軸方向）を弾性表面波の伝搬方向とし、弾性表面波の一一種である Rayleigh 波を励振させる ST カット弾性表面波装置が知られている。

【0003】

この温度変化に対する周波数の変動を一層低減させる目的から、ST カット水晶板上に複数の弾性表面波素子を、各々の弾性表面波素子から得られる弾性表面波の伝搬方向を互いに異ならせて配置する場合や、I D T 電極の電極厚みを互いに異ならせて配置する場合がある（例えば、特許文献 1）。

【0004】

また、ST カット水晶板を Z' 軸まわりに回転させ、この Z' 軸まわりに面内回転させた ST カット水晶板（以下、面内回転 ST カット水晶板という）上に一つの弾性表面波素子を配置（以下、面内回転 ST カット弾性表面波装置という）する場合がある（例えば、特許文献 2）。

【0005】

【特許文献 1】特開昭 53-145595 号公報

【0006】

【特許文献 2】特公昭 63-18892 号公報

【非特許文献 1】箕輪・十文字、「水晶板を用いた弾性表面波素子の中心周波数とその温度特性」、信学技報、社団法人電子情報通信学会、1976年7月、Vol. 7 No. 78、p. 9-16、US 76-23

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、伝搬方向に対する ST カット弾性表面波装置の温度特性（温度変化に対する周波数変動特性）の頂点温度（周波数の極値を与える温度）の変化は小さく、伝搬方向が 10° 変わっても頂点温度の変化は 20°C 以下である（例えば、非特許文献 1 参照）。このため、複数の弾性表面波素子を同一の ST カット水晶板上に配置しようとした場合、各々の弾性表面波素子のなす角度を大きくする必要がある。特に配置する弾性表面波素子の数を多くして、広い温度範囲における周波数の変動を小さくしようとする場合には、最小の頂点温度を与える弾性表面波素子と最大の頂点温度を与える弾性表面波素子とのなす角度は大きくならざるを得ない。このため、同一の ST カット水晶板上に複数の弾性表面波素子を、各々の弾性表面波素子から得られる弾性表面波の伝搬方向を互いに異ならせて配置した弾性表面波装置は、小型化が困難という問題点があった。さらに、斜めに配置された I D T 電極は高周波になるに従い、次の問題点も持つ。

【0008】

I D T 電極は通常フォトマスクを用いてそのパターンを形成する。このフォトマスクにおける斜めの直線は、短い直線を階段状に並べた直線群により形成される。高周波になるに従い細線化する I D T 電極では、この階段状に並べられた直線群の階段状態が無視できなくなり、斜めに配置された I D T 電極が滑らか（I D T 電極の電極幅が一定）とは見な

せなくなってしまう。そして I D T 電極が滑らかではない場合には不要振動が発生することがあり、不良の原因となり得る。

【0009】

一方、同一の S T カット水晶板上に、 I D T 電極の電極厚みが互いに異なる複数の弾性表面波素子を配置する場合は、 I D T 電極を平行に配置できる。しかし、同一の水晶板上に複数の電極厚みを形成する必要があり、製造プロセスが複雑になってしまふという問題点があった。

【0010】

面内回転 S T カット弾性表面波装置は、 S T カット弾性表面波装置に比べて温度特性が非常に良い。しかし、一つの弾性表面波素子から得られる温度特性では、使用温度範囲を広げた場合に、周波数の変動は大きくなる一方であり、精度としては不十分なものになつてしまふという問題点があった。

【0011】

本発明は、上記従来の問題点に着目し広い温度範囲において温度特性が良好で小型な弾性表面波装置を提供することを目的とする。また、本発明は、弾性表面波装置の温度特性調整方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の弾性表面波装置は、オイラー角 (0° , $113\sim135^\circ$, $\pm(40\sim49^\circ)$) で切り出された水晶板の主表面上に、 Rayleigh 波を励振するための少なくとも一対の I D T 電極を配置してなる複数 n 個の弾性表面波素子 $M_1 \sim M_n$ が、互いに並列関係に接続され、当該弾性表面波素子 $M_1 \sim M_n$ から各々得られる弾性表面波の伝搬方向 $\psi_1 \sim \psi_n$ の中で、少なくとも複数の前記伝搬方向が互いに異なるように配置されてなる弾性表面波装置であって、前記オイラー角を (0° , θ , ψ) とした場合、前記伝搬方向 $\psi_1 \sim \psi_n$ が、

$$\psi_1 \sim \psi_n = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$$

の範囲内であることを特徴とする。

【0013】

上記構成によれば、前記伝搬方向 $\psi_1 \sim \psi_n$ を互いに大きく異ならせることなく頂点温度を変化させることができるという効果を有する。

【0014】

また、本発明の弾性表面波装置は、オイラー角 (0° , $113\sim135^\circ$, $\pm(40\sim49^\circ)$) で切り出された水晶板の主表面上に、 Rayleigh 波を励振するための少なくとも一対の I D T 電極を配置してなる複数 n 個の弾性表面波素子 $M_1 \sim M_n$ が、互いに並列関係に接続され、前記弾性表面波素子 $M_1 \sim M_n$ の前記 I D T 電極から各々得られる電極幅／電極ピッチ $\eta_1 \sim \eta_n$ の中で、少なくとも複数の前記電極幅／電極ピッチが互いに異なるように配置されてなる弾性表面波装置であって、前記オイラー角を (0° , θ , ψ) とした場合、

$$\eta_1 \sim \eta_n = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$$

の範囲内であることを特徴とする。

【0015】

上記構成によれば、広い温度範囲において良好な温度特性を持つことができ、前記 I D T 電極を平行に配置することができるという効果を有する。

【0016】

さらに、本発明の弾性表面波装置は、オイラー角 (0° , $113\sim135^\circ$, $\pm(40\sim49^\circ)$) で切り出された水晶板の主表面上に、 Rayleigh 波を励振するための少なくとも一対の I D T 電極を配置してなる複数 n 個の弾性表面波素子 $M_1 \sim M_n$ が、互いに並列関係に接続され、前記弾性表面波素子 $M_1 \sim M_n$ の前記 I D T 電極から各々得られる電極幅／電極ピッチ $\eta_1 \sim \eta_n$ の中で、少なくとも複数の前記電極幅／電極ピッチが互いに異なるように配置されてなる弾性表面波装置であって、かつ、当該弾性表面波素子

M₁～M_nから各々得られる弾性表面波の伝搬方向 ϕ_1 ～ ϕ_n の中で、少なくとも複数の前記伝搬方向が互いに異なるように配置されてなる弾性表面波装置であつて、前記オイラー角を(0°, θ, ϕ)とした場合、前記伝搬方向 ϕ_1 ～ ϕ_n が、

ϕ_1 ～ $\phi_n = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$

の範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置。

【0017】

上記構成によれば、前記伝搬方向 ϕ_1 ～ ϕ_n を互いに大きく異ならせることなく頂点温度を変化させることができるとともに、広い温度範囲において良好な温度特性を持つことができるという効果を有する。

【0018】

また、本発明の弾性表面波装置は、前記弾性表面波素子M₁～M_nから各々得られる温度特性の頂点温度T_{p1}～T_{pn}のうち少なくとも一つが、使用温度範囲外にあることを特徴とする。

【0019】

上記構成によれば、製造上の誤差により前記弾性表面波素子M₁～M_nの各々から得られる温度特性の頂点温度T_{p1}～T_{pn}が所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲において良好な温度特性を持つことができるという効果を有する。

【0020】

また、本発明の弾性表面波装置は、オイラー角が(0°, 113～135°, ±(40～49°))で切り出された前記水晶板に前記弾性表面波装置を配置する角度を調整することにより温度特性を調整することを特徴とする。

【0021】

上記構成によれば、製造工程より前記弾性表面波素子M₁～M_nの各々から得られる温度特性の頂点温度T_{p1}～T_{pn}が所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲において良好な温度特性を持つことができるという効果を有する。さらに、使用温度範囲が変更になった場合においても、良好な温度特性を持つ温度範囲を容易に変更することができるという効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明を図面を参照しつつ説明する。なお、以下に示す実施例は、特許請求の範囲に記載された発明の内容を何ら限定するものではない。また、以下の実施例に示す構成のすべてが、特許請求の範囲に記載された発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【実施例1】

【0023】

以下、本発明を具体化した実施例1を図面に基づいて説明する。

【0024】

図1は、水晶のカット角の説明図である。圧電振動子を水晶から切り出す場合、カットの方向によって温度特性が変動することが知られている。図1に示すように、水晶の結晶軸は、電気軸(X軸)、機械軸(Y軸)、光軸(Z軸)によって定義されるが、STカットといわれるものはオイラー角(ϕ, θ, ϕ)が(0°, 0°, 0°)の水晶Z板2を、電気軸(X軸)まわりにθ=113～135°回転させて得られるSTカット水晶板1の新しい座標軸(X, Y', Z')に沿って切り出されるものである。このSTカット水晶板1のZ'軸まわりにさらにϕ=±(40～49)°回転させ、弾性表面波の伝播方向がこの方向となるように作製された圧電振動子が面内回転STカット弾性表面波装置3といわれるものである。そしてこの面内回転STカット弾性表面波装置3は、温度特性が極めてよいことが知られており、その温度特性は、STカットの一種であることから、2次関数の温度特性であると思われていた。しかし、発明者が検討を行ってみると、実際は温度特性の変曲点が110°C近辺にある3次関数の温度特性であることが判明した。110°Cを大きく超えて温度特性を測定することは通常行わないため、面内回転STカット水晶板

9を用いた面内回転S Tカット弾性表面波装置3の温度特性が3次関数であることがこれまで確認されなかった。

【0025】

図2は、極値を有する温度特性曲線図を示す図である。面内回転S Tカット弾性表面波装置3の温度特性は変曲点温度が約110°Cであり、例えば使用温度範囲がそれより低い温度領域-40~85°Cとした場合、3次関数の温度特性曲線のうち、変曲点より低い温度領域に位置する極大値(T_p)を有する領域を使用する(図2において四角で囲んだ部分)。

【0026】

図3は、オイラー角が(0°、113~135°、±(40~49°))にある面内回転S Tカット水晶板9において、極値を有する温度特性曲線を容易に見つけることが可能な、範囲を示すグラフである。

【0027】

発明者は種々の検討を繰り返し、3次関数の温度特性を有する同グラフの範囲において、トランスバーサル型の弾性表面波装置が-40~85°Cの温度範囲で極値(極大値もしくは極小値)を有する温度特性曲線を容易に見つけることが可能なθとψとの範囲を見いだした。この範囲を同グラフにおけるハッチング部5に示す。

【0028】

一方、同グラフにおけるハッチング部4は、共振子型の弾性表面波装置において、温度特性曲線が上記の温度範囲で極値(極大値もしくは極小値)を有する温度特性曲線を容易に見つけることが可能なθとψとの範囲のうち、ハッチング部5の範囲外にある範囲であり、電極が形成されている分ハッチング5の領域に比較して、ψの値が小さくなっている。そして同グラフにおけるハッチング部4とハッチング部5を合わせた領域は、下記の数式によって定義される。

(数1)

$$\psi = 0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$$

そしてハッチング部4とハッチング部5に示される領域内で、Z'軸まわりに面内回転を行わせることで容易に極値(極大値と極小値)を有する周波数温度特性曲線を見つけることができる。

【0029】

発明者は、上記ハッチング部4とハッチング部5の境界領域において、温度特性の検証を行い、前記ハッチング部4とハッチング部5の範囲の正当性についてそれぞれ確認をおこなった。

【0030】

また本実施例において、面内回転S Tカット弾性表面波装置3とは、トランスバーサル型のSAWフィルタと、共振子型SAWデバイス(SAW共振子、共振子型SAWフィルタを含む)の双方を含むものと定義する。

【0031】

図9~図12は、オイラー角が(0°、113~135°、±(40~49°))にある面内回転S Tカット水晶板9を用いたトランスバーサル型SAWフィルタにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【0032】

これらの図から、トランスバーサル型SAWフィルタの弾性表面波装置が-40~85°Cの温度範囲で極値(極大値もしくは極小値)を有する温度特性を容易に見つけることが可能なθとψの範囲を見いだした。その範囲が図3のハッチング部5であり、下記の数式によって定義される。

(数2)

$$\psi = 0.3295\theta + 3.8318^\circ \pm 0.625^\circ$$

ところで発明者は、トランスバーサル型SAWフィルタの温度特性だけに留まらず、さらに共振子型SAWデバイスの温度特性についても検討を重ね、種々の規則性を見いだし

た。すなわちトランスバーサル型 SAW フィルタは、圧電材料となる水晶基板の表面に、発信側の IDT 電極（くし歯電極）と受信側の IDT 電極がある間隔をもって配置された形態となっている。このような SAW フィルタにおいては IDT 電極間には何も形成されないため、電極の幅、厚み等の要素によって周波数の温度特性の変化が小さい（電極の形状を変化させても温度特性があまり変化しない）。これに対し共振子型 SAW デバイスでは、圧電材料となる水晶基板の表面に IDT 電極が形成され、この IDT 電極を挟むように反射器電極が形成された形態となっており、この IDT 電極の幅、厚み等の要素によって温度特性が変化する。

【0033】

図4は、オイラー角が（0°、123°、±（40～49°））にある面内回転STカット水晶板9を用いた共振子型SAWデバイスにおいて、3次関数の温度特性について−40～85℃の温度範囲において極値の有無を検証したグラフであり、電極膜厚Hと弾性表面波波長λの比（以下、H/λ）は0.03である。なお、IDT電極の電極膜厚H、弾性表面波波長λは、弾性表面波素子の断面図である図25に示してある。図4に示すように、図3におけるハッチング部4の範囲より面内回転角ψを小さくした条件では、−40～85℃の温度範囲において温度特性に極値を有しないことが解る。また図3のハッチング部4の範囲より面内回転角ψを大きくした条件においては極値を有することが解る。例えば、図4のグラフにおいて、ψ=44°の場合、約−30°で極値を有している。このψ=44°の場合、ハッチング部5に含まれている。

【0034】

図4と図10はオイラー角（0°、θ、ψ）のうち、θが同一でも電極の有無により、類似した温度特性曲線を与えるψが異なることを示す。例えば、極値を有する境界となるψを見ると、図10ではψ=43.7°であるのに対し、図4ではψ=42.7°と1度小さくなっている。即ち、電極があることにより、図3のハッチング部5で定義されるψの範囲内だけでは−40～85℃の温度範囲で極値（極大値もしくは極小値）を有する温度特性を見つけることは容易ではなくなる。そこで図3のハッチング部5の範囲のψを1度小さい方に広げた範囲（これがハッチング部4）とハッチング部5を合わせた範囲を定義すれば電極の有無に関らず、−40～85℃の温度範囲で極値（極大値もしくは極小値）を有する温度特性を容易に見つけることが可能となる。そしてハッチング部4とハッチング部5を合わせた範囲は、式1によって定義される。

【0035】

図5～図8にはオイラー角（0°、117°、ψ）、（0°、129°、ψ）、（0°、135°、ψ）における共振子型SAWデバイスの温度特性を示している。これらの図より、図3のハッチング部5で定義されるψの範囲内だけでは−40～85℃の温度範囲で極値（極大値もしくは極小値）を有する温度特性を見つけることは容易ではなくなるが、ハッチング部4とハッチング部5を合わせた範囲内であれば、−40～85℃の温度範囲で極値（極大値もしくは極小値）を有する温度特性を容易に見つけることが可能となる。

【0036】

図13は、このように式1のオイラー角の範囲において、極値を室温付近に設定した面内回転STカット弾性表面波装置3の温度特性曲線と、オイラー角が（0°、123°、0°）であるSTカット弾性表面波装置の温度特性曲線を示している。この図に示すように、式1に記載したオイラー角の範囲とすることで、STカット弾性表面波装置と比較して、極値（極大値もしくは極小値）を有する良好な温度特性を得ることができる。

【0037】

図15は、本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置3の実施例1を示す図である。面内回転STカット弾性表面波装置3は、面内回転STカット水晶板9をベース基板としている。そして前記面内回転STカット水晶板9の主表面上に2つの弾性表面波素子M1、M2が、各々から得られる弾性表面波の伝搬方向ψ1、ψ2が互いに異なるように

配置されている。そして前記2つの弹性表面波素子M1、M2には、IDT電極6が設けられている。これらIDT電極6には、高周波電界を加えるための電気端子7、8が結線されている。前記電気端子7、8は、図15に示すような端子位置に限定するものではない。例えば、図27に示すような位置に、電気端子7、8がIDT電極6に結線されてもよい。以下、後述する実施例2～6においても同様である。

【0038】

図26は、本実施の形態に係る面内回転STカット弹性表面波装置3において、上述したオイラー角の範囲における、弹性表面波の伝搬角度と頂点温度の関係の一例を示している。

【0039】

例えば、図15において $H/\lambda = 0.03$ である2つの弹性表面波素子を電気的に並列に接続し、図18に示すように各々の頂点温度を約50°Cと約10°Cにすることで広い温度範囲において良好な温度特性を得ようとする場合、図26より2つの弹性表面波素子M1、M2の伝搬角度は各々(0°, 123°, 43°)、(0°, 123°, 43.4°)とすれば良い。すなわち、2つの弹性表面波素子M1、M2のなす角度は0.4°と非常に小さい。

【0040】

このように数式1のオイラー角の範囲内では、僅かな伝搬方向の変更にて温度特性の頂点温度を変化させることができる。すなわち、同一の面内回転STカット水晶板9上に配置された2つの弹性表面波素子M1、M2のなす角度を小さくすることが可能になる。

【0041】

図24は、面内回転STカット水晶板9上に、2つの弹性表面波素子M1、M2が配置された面内回転STカット弹性表面波装置3の温度特性において、この場合の使用温度範囲0～60°Cに対して、頂点温度が10°Cと50°Cの場合を示すグラフである。例えば、製造工程により、各々の頂点温度が低い値になる傾向にある場合、図26より、2つの弹性表面波素子M1、M2を面内回転STカット水晶板9上に配置する角度を予定角度より小さくすることにより、各々の頂点温度を高くして適切な値にすることができる。また、例えば、図24における使用温度範囲が高温側に変更になった場合は、2つの弹性表面波素子M1、M2を面内回転STカット水晶板9上に配置する角度を予定角度より大きくすることにより、容易に対応することができる。

【0042】

すなわち、製造工程により前記2つの弹性表面波素子M1、M2の各々の温度特性の頂点温度Tp1、Tp2が所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲において良好な温度特性とすることが可能になる。さらに、使用温度範囲が変更になった場合においても、良好な温度特性となる温度範囲を容易に変更が可能である。

【0043】

この第1の実施例によれば以下の効果を得ることができる。

【0044】

(1) 面内回転STカット水晶板9上に、弹性表面波の伝搬方向を互いに異なるように配置したことによって、弹性表面波素子のなす角度を小さくすることが可能になる。従って、弹性表面波素子が配置された面内回転STカット弹性表面波装置3を小型化することができる。

【0045】

(2) 製造誤差や製造工程による温度特性のずれ、使用温度範囲の変更にも容易に対処することができる。

【0046】

(3) 広い温度範囲において、良好な温度特性を得ることができる。

【実施例2】

【0047】

次に、本発明を具体化した実施例2を図面に基づいて説明する。

【0048】

図19は、本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置3の実施例2を示す図である。面内回転STカット水晶板9の主表面上には、3つの弾性表面波素子M1～M3が配置されている点で実施例1と異なっている。さらに、前記3つの弾性表面波素子M1～M3は、各々から得られる弾性表面波の伝搬方向 ψ_1 ～ ψ_3 が互いに異なるように配置されている。

【0049】

図19において、 $H/\lambda = 0.03$ である3つの弾性表面波素子M1～M3を電気的に並列に接続する。このとき、図22に示すように各々の頂点温度を約70℃、約30℃、約-10℃にすることでさらに広い温度範囲において良好な温度特性を得ようとする場合、図26より、3つの弾性表面波素子M1～M3の伝搬角度は各々(0°, 123°, 42.8°)、(0°, 123°, 43.2°)、(0°, 123°, 43.6°)とすれば良い。すなわち、最小の頂点温度を与える弾性表面波素子と最大の頂点温度を与える弾性表面波素子のなす角度は0.8°と非常に小さくすることが可能になる。

【0050】

このように数式1のオイラー角の範囲内では、僅かな伝搬方向の変更にて温度特性の頂点温度を変化させることができる。すなわち、同一の面内回転STカット水晶板9上に配置された複数の弾性表面波素子M1～Mnのなす角度を小さくすることが可能となる。

【0051】

図23は、面内回転STカット水晶板9上に3つの弾性表面波素子M1～M3が配置された面内回転STカット弾性表面波装置3の温度特性において、頂点温度の最大値が使用温度範囲外にある場合を示すグラフである。この場合の使用温度範囲-20℃～60℃に対して、頂点温度の最大値は70℃であるため、製造上の誤差により、例えば各々の頂点温度が20℃下がっても、使用温度範囲内における周波数偏差の最大値と最小値にはほとんど影響がない。この結果、製造上の誤差により前記弾性表面波素子M1～M3の各々の温度特性の頂点温度Tp1～Tp3が所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲での良好な温度特性を得ることができる。

【0052】

すなわち、製造工程により前記弾性表面波素子M1～Mnの各々の温度特性の頂点温度Tp1～Tp nが所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲において良好な温度特性とすることができる。さらに、使用温度範囲が変更になった場合においても、良好な温度特性となる温度範囲を容易に変更できる。

【0053】

以上詳述したように本実施例によれば、前記実施例1における効果(1)～(2)が同様に得られる他、以下の効果を得ることができる。

(4) 本実施例によれば、より広い使用温度範囲において、良好な温度特性を得ることができるとともに、より広い変更にも容易に対処ができる。

【実施例3】**【0054】**

次に、本発明を具体化した実施例3を図面に基づいて説明する。

図16は、本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置3の実施例3を示す図である。面内回転STカット水晶板9の主表面上には、2つの弾性表面波素子M1、M2が配置されている。前記2つの弾性表面波素子M1、M2から得られる弾性表面波の伝搬方向が、互いに同じ方向に配置されている点で実施例1～2と異なっている。

【0055】

図25は、2つの弾性表面波素子M1、M2の断面図である。面内回転STカット水晶板9の主表面上にはIDT電極6が配置され、IDT電極6の電極幅t、電極ピッチPをそれぞれ示している。前記2つの弾性表面波素子M1、M2から得られるIDT電極の電極幅/電極ピッチ η_1 、 η_2 (η =電極幅/電極ピッチ)が互いに異なる点においても実施例1、2と異なっている。

【0056】

本実施例3では、電極ピッチPが同一で電極幅tが異なる例を示したが、これを電極ピッチPが異なり電極幅tが同一でもよい。また、電極ピッチPと電極幅tの両方が異なっていてもよい。

【0057】

図14は、本実施例3に係る面内回転STカット弾性表面波装置3において、数式1のオイラー角の範囲における、IDT電極の電極幅/電極ピッチ η と頂点温度の関係の一例と、オイラー角が(0°, 123°, 0°)であるSTカット弾性表面波装置のIDT電極の電極幅/電極ピッチ η と頂点温度の関係の一例を示している。この図に示すように、面内回転STカット弾性表面波装置3は、STカット弾性表面波装置に比較して、電極幅/電極ピッチ η による頂点温度の変動が大きい。すなわち、面内回転STカット弾性表面波装置3の方が、より広い温度範囲にわたって頂点温度を設定することができる。これにより、より広い温度範囲における良好な温度特性を容易に得ることができる。

【0058】

例えば、図16において $H/\lambda = 0.03$ である2つの弾性表面波素子を電気的に並列に接続し、図18に示すように各々の頂点温度を約50°Cと約10°Cにすることで広い温度範囲において良好な温度特性を得ようとする場合、図14のグラフから2つの弾性表面波素子M1、M2のIDT電極の η_1 、 η_2 は各々約0.4、約0.55と求めることができる。

【0059】

このように数式1のオイラー角の範囲において、 η が異なる2つの弾性表面波素子M1、M2を同一の面内回転STカット水晶板9上に配置することで、単一の弾性表面波素子では実現できない、優れた温度特性が実現できる。さらに配置する弾性表面波素子のIDT電極を斜めではなく、平行に配置することができる。これにより、面内回転STカット水晶板9上に弾性表面波素子M1、M2が配置された面内回転STカット弾性表面波装置3の小型化を図ることができる。

【0060】

図24は、面内回転STカット水晶板9上に2つの弾性表面波素子M1、M2が配置された面内回転STカット弾性表面波装置3の温度特性において、この場合の使用温度範囲0~60°Cに対して、頂点温度が10°Cと50°Cの場合を示すグラフである。また、図26は、本実施例に係る面内回転STカット弾性表面波装置3において、数式1のオイラー角の範囲における、 ψ と頂点温度の関係の一例を示している。

【0061】

例えば、製造工程により、図24における各々の頂点温度が低い値になる傾向にある場合、図26より、2つの弾性表面波素子M1、M2を面内回転STカット水晶板9上に配置する角度を予定角度より小さくすることにより、各々の頂点温度を高くして適切な値にすることができる。また、例えば、図24における使用温度範囲が高温側に変更になった場合も、同様に2つの弾性表面波素子M1、M2を面内回転STカット水晶板9上に配置する角度を予定角度より大きくすることにより、容易に対応することができる。

【0062】

すなわち、製造工程により前記2つの弾性表面波素子M1、M2の各々の温度特性の頂点温度Tp1、Tp2が所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲において良好な温度特性とすることが可能になる。さらに、使用温度範囲が変更になった場合においても、良好な温度特性となる温度範囲を容易に変更が可能である。

【0063】

以上詳述したように本実施例によれば、前記実施例1における効果(1)~(3)が同様に得られる他、以下の効果を得ることができる。

【0064】

(5) 配置する弾性表面波素子のIDT電極は、平行に配置することができるところから、更に小型化できる。

【実施例4】

【0065】

次に、本発明を具体化した実施例4を図面に基づいて説明する。

【0066】

図20は、本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置3の実施例4を示す図である。面内回転STカット水晶板9の主表面上には、3つの弾性表面波素子M1～M3が配置されている。前記3つの弾性表面波素子M1～M3から得られる弾性表面波の伝搬方向が、互いに同じ方向に配置されている。更に、前記3つの弾性表面波素子M1～M3から得られるIDT電極の電極幅／電極ピッチ η_1 ～ η_3 （ η =電極幅／電極ピッチ）が互いに異なっている点で実施例1～3と異なっている。

【0067】

図20において、 $H/\lambda = 0.03$ である3つの弾性表面波素子M1～M3を電気的に並列に接続し、図22に示すように各々の頂点温度を約70℃、約30℃、約-10℃にすることでさらに広い温度範囲において良好な温度特性を得ようとする場合、図14より3つの弾性表面波素子のIDT電極の η_1 ～ η_3 は各々0.325、0.475、0.625とすれば良い。

【0068】

このように数式1のオイラー角の範囲において、 η が異なる3つの弾性表面波素子を同一の面内回転STカット水晶板9上に配置することで、単一の弾性表面波素子では実現できない、優れた温度特性を得ることが可能になるとともに、配置する3つの弾性表面波素子のIDT電極を傾けることなく、平行に配置することが可能になる。

【0069】

すなわち、 η が異なる複数の弾性表面波素子M1～Mnを同一の面内回転STカット水晶板9上に配置することで、より優れた温度特性が実現できる。さらに配置する複数の弾性表面波素子M1～MnのIDT電極を斜めではなく、平行に配置することが可能になる。

【0070】

図23は、面内回転STカット水晶板9上に3つの弾性表面波素子M1～M3が配置された面内回転STカット弾性表面波装置3の温度特性において、頂点温度の最大値が使用温度範囲外にある場合を示すグラフである。この場合の使用温度範囲-20℃～60℃に対して、頂点温度の最大値は70℃であるため、製造上の誤差により、例えば各々の頂点温度が20℃下がっても、使用温度範囲内における周波数偏差の最大値と最小値にはほとんど影響がない。すなわち、製造上の誤差により複数の弾性表面波素子M1～Mnの各々の温度特性の頂点温度Tp1～Tp nが所望の値からずれた場合においても、使用温度範囲での良好な温度特性を得ることができる。

【0071】

以上詳述したように本実施例によれば、前記実施例1～3における効果（1）、（2）、（4）、（5）が同様に得られる。

【実施例5】

【0072】

次に、本発明を具体化した実施例5を図面に基づいて説明する。

【0073】

図17は、本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置3の実施例5を示す図である。面内回転STカット水晶板9の主表面上に2つの弾性表面波素子M1、M2が、各々から得られる弾性表面波の伝搬方向 ψ_1 、 ψ_2 が互いに異なるように配置されている。更に、前記2つの弾性表面波素子M1、M2から得られるIDT電極6の電極幅／電極ピッチ η_1 、 η_2 （ η =電極幅／電極ピッチ）が互いに異なるように配置されている点で実施例1～4と異なっている。

【0074】

図26のグラフに示すように、数式1のオイラー角の範囲内では、僅かな伝搬方向の変

更にて温度特性の頂点温度を変化させることができる。すなわち、同一の面内回転S Tカット水晶板9上に配置された2つの弾性表面波素子M1、M2のなす角度を小さくすることが可能になる。

[0075]

また、図14のグラフに示すように、数式1のオイラー角の範囲において、 α が異なる2つの弹性表面波素子M1、M2を同一の面内回転S-Tカット水晶板9上に配置することで、单一の弹性表面波素子では実現できない、優れた温度特性が実現できる。さらに配置する弹性表面波素子のI-D-T電極の角度を平行に配置することが可能になる。

【0076】

本実施例では、上記記載の弾性表面波の伝搬方向 φ と、IDT電極6の η （ η =電極幅／電極ピッチ）との両方を異ならせることにより、2つの弾性表面波素子M1、M2のなす角度は更に小さくすることが可能になるとともに、IDT電極6の η （ η =電極幅／電極ピッチ）は極端に大きくしたり、小さくしたりせずに頂点温度を変化させることが可能になる。特に、高周波に伴って λ が小さくなった場合、 η が極端に大きいと、異物によるショートが発生しやすい。一方、 η が極端に小さいと、電極が断線しやすくなる。本実施例ではこれらの不良を低減させる効果がある。

[0077]

以上詳述したように本実施例によれば、前記実施例1における効果(1)～(3)が同様に得られる他、以下の効果を得ることができる。

[0078]

(6) 本実施例によれば、高周波数になるに従って電極幅、電極ピッチを小さくしなければならないが、この場合に発生するIDT電極6のショート、もしくは断線等の不良を低減させることができる。

【実施例 6】

[0079]

次に、本発明を具体化した実施例 6 を図面に基づいて説明する。

[0 0 8 0]

図21は、本発明に係る面内回転S Tカット弾性表面波装置3の実施例6を示す図である。面内回転S Tカット水晶板9の主表面上には、3つの弾性表面波素子M1～M3が配置されている。前記3つの弾性表面波素子M1～M3から得られる弾性表面波の伝搬方向 ψ_1 ～ ψ_3 が互いに異なるように配置されている。更に、前記弾性表面波素子M1～M3から得られるIDT電極の電極幅／電極ピッチ η_1 ～ η_3 (η =電極幅／電極ピッチ)が互いに異なるように配置されている点で実施例1～5と異なっている。

[0081]

本実施例では、上記記載の弾性表面波の伝搬方向 φ と、IDT電極6の η （ η =電極幅／電極ピッチ）との両方を異なることにより、3つの弾性表面波素子M1～M3のなす角度は更に小さくすることが可能になるとともに、IDT電極6の η （ η =電極幅／電極ピッチ）は極端に大きくしたり、小さくしたりせずに頂点温度を変化させることが可能になる。すなわち、複数の弾性表面波素子M1～Mnのなす角度は小さくすることが可能になるとともに、複数のIDT電極6の電極幅／電極ピッチ η_1 ～ η_n （ η =電極幅／電極ピッチ）は、極端に大きくしたり、小さくしたりせずに頂点温度を変化させることが可能になる。

[0082]

以上詳述したように本実施例によれば、前記実施例1、2、5における効果(1)、(2)、(4)、(6)を同様に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

[0083]

〔図1〕水晶のカット角の説明図である。

【図2】極値を有する温度特性曲線図である。

【図3】オイラ一角が $(0^\circ, 113^\circ, 135^\circ)$, 主 $(40^\circ \sim 49^\circ)$ にある面内

回転STカット水晶板において極値を有する温度特性曲線を容易に見つけることが可能な範囲を示すグラフである。

【図4】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いた共振子型SAWデバイスにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図5】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いた共振子型SAWデバイスにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図6】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いた共振子型SAWデバイスにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図7】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いた共振子型SAWデバイスにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図8】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いた共振子型SAWデバイスにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図9】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いたトランスバーサル型SAWフィルタにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図10】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いたトランスバーサル型SAWフィルタにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図11】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いたトランスバーサル型SAWフィルタにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図12】オイラー角が(0°, 113~135°, 土(40~49°))にある面内回転STカット水晶板を用いたトランスバーサル型SAWフィルタにおいて、3次関数の極値の有無を検証したグラフである。

【図13】オイラー角が(0°, 123°, 0°)のSTカット弾性表面波装置の温度特性曲線と面内回転STカット弾性表面波装置の温度特性曲線を比較したグラフである。

【図14】オイラー角が(0°, 123°, 0°)と実施の形態に係る(0°, 123°、43.2)であって、 $H/\lambda = 0.03$ のときの、 η と頂点温度の関係を示す図である。

【図15】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の第1の実施例を示す図である。

【図16】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の第3の実施例を示す図である。

【図17】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の第5の実施例を示す図である。

【図18】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の実施例における温度特性を示す図である。

【図19】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の第2の実施例を示す図である。

【図20】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の第4の実施例を示す図である。

【図21】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の第6の実施例を示す図である。

【図22】本発明に係る面内回転STカット弾性表面波装置の実施例における温度特

性を示す図である。

【図 23】本発明に係る面内回転 S T カット弾性表面波装置の実施例における温度特性を示す図である。

【図 24】本発明に係る面内回転 S T カット弾性表面波装置の実施例における温度特性を示す図である。

【図 25】電極幅／電極ピッチ、 H/λ の説明図であって、弾性表面波素子の断面図である。

【図 26】実施の形態に係るオイラー角が (0° , 123° , ψ) であって、 $H/\lambda = 0.03$ および 0.04 , $\eta = 0.5$ のときの、 ψ と頂点温度の関係を示す図である。

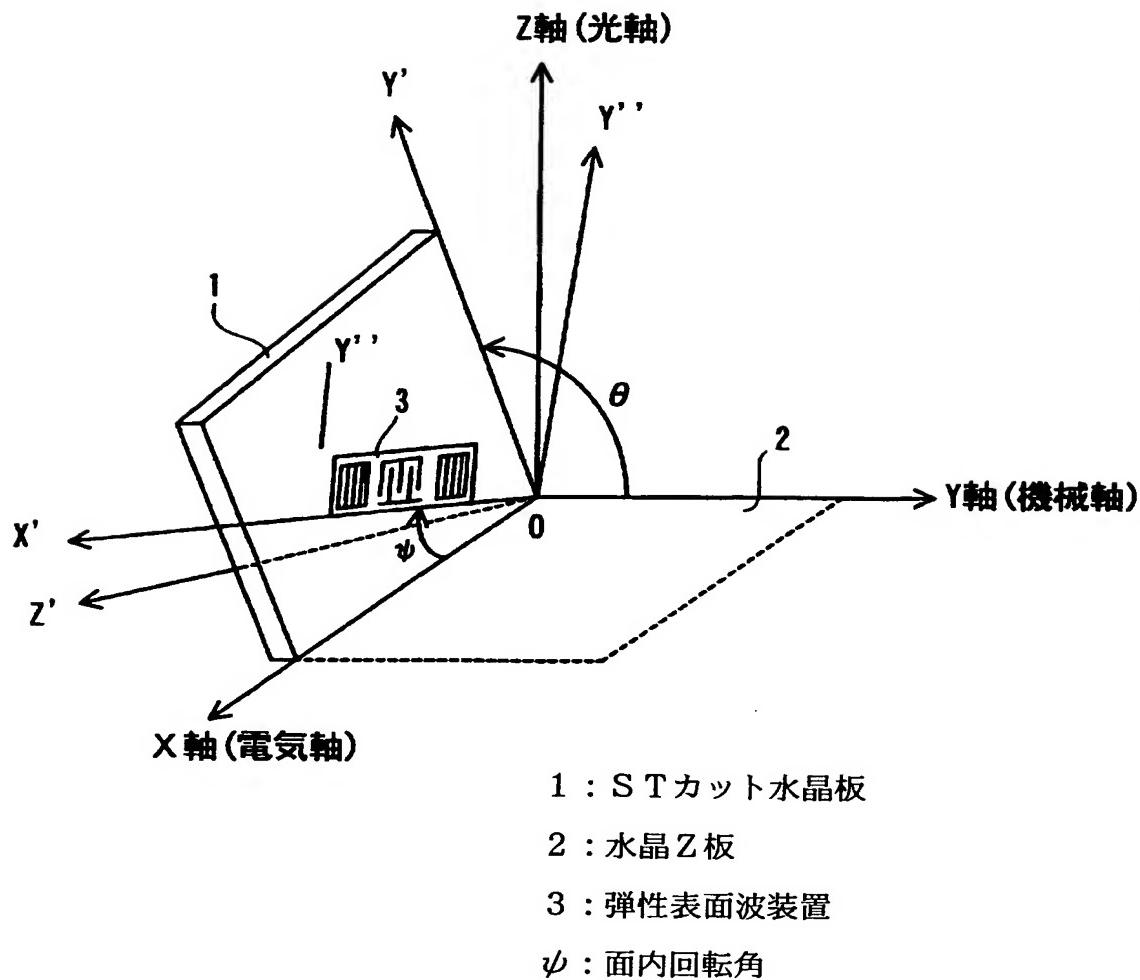
【図 27】本発明に係る面内回転 S T カット弾性表面波装置の第 1 の実施例を示す図である。

【符号の説明】

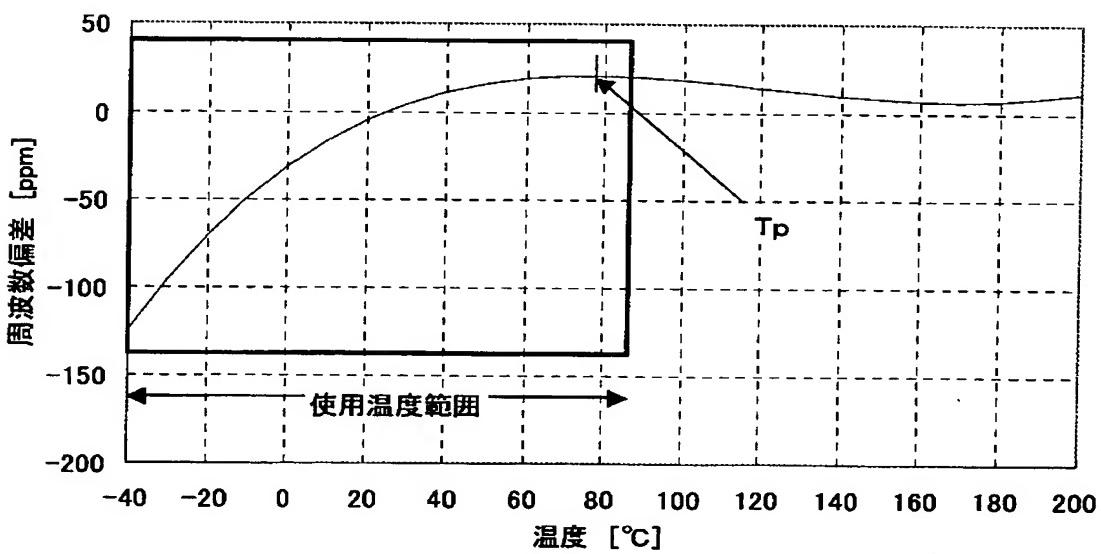
【0084】

- 1 . . . S T カット水晶板
- 2 . . . 水晶 Z 板
- 3 . . . 面内回転 S T カット弾性表面波装置である弾性表面波装置
- 4 . . . ハッチング部
- 5 . . . ハッチング部
- 6 . . . I D T 電極
- 7 . . . 電気端子
- 8 . . . 電気端子
- 9 . . . 面内回転 S T カット水晶板

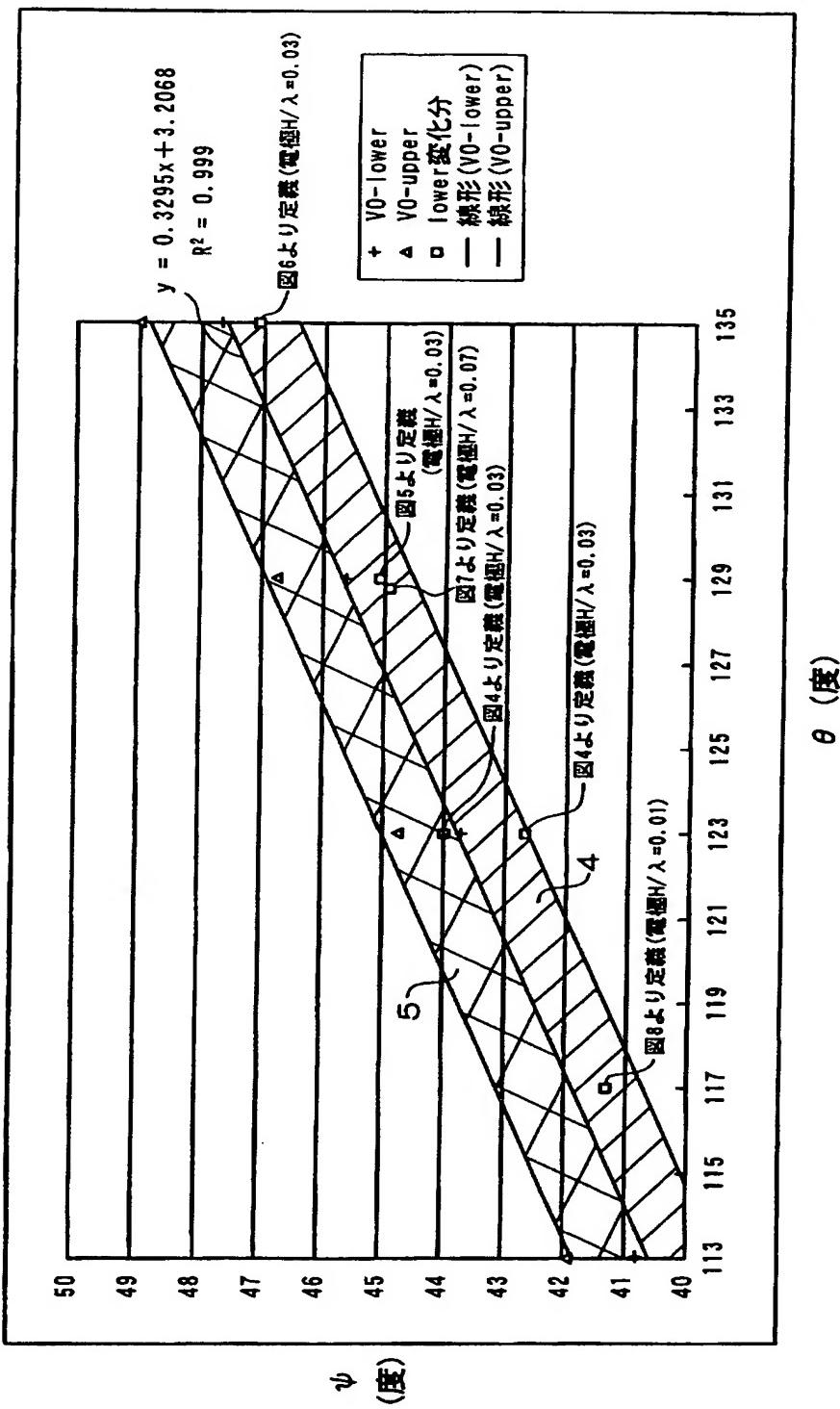
【書類名】図面
【図 1】



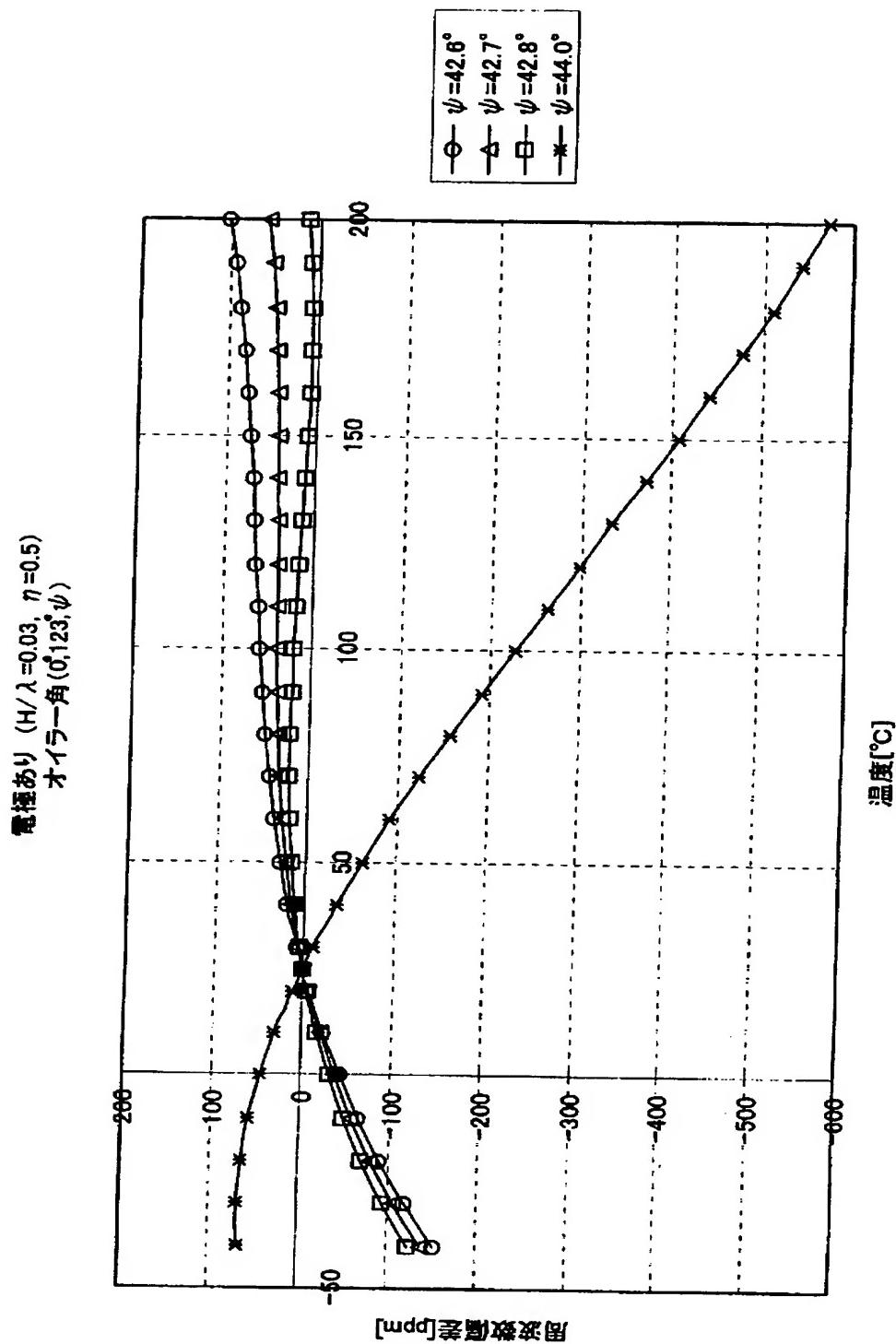
【図 2】



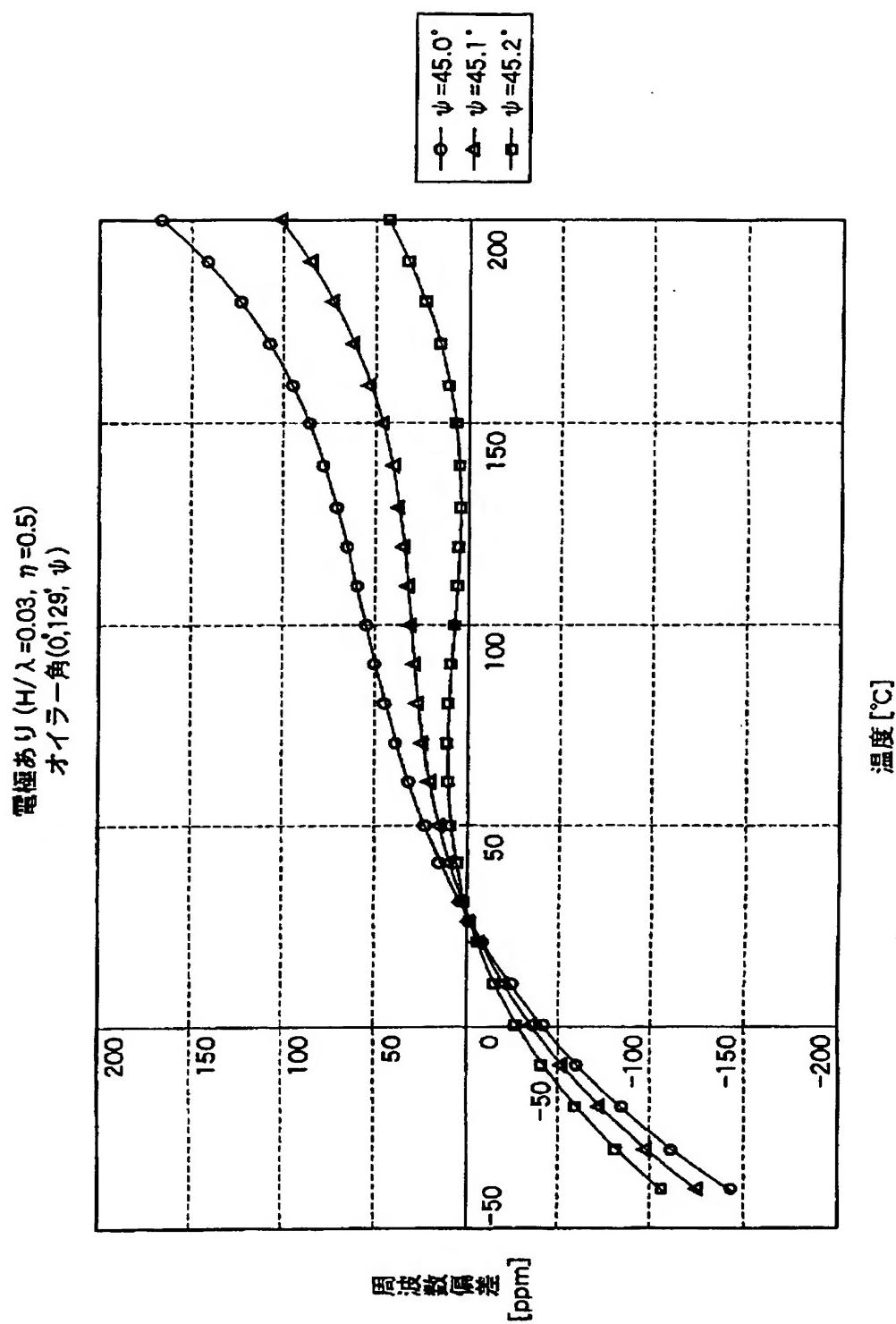
【図3】



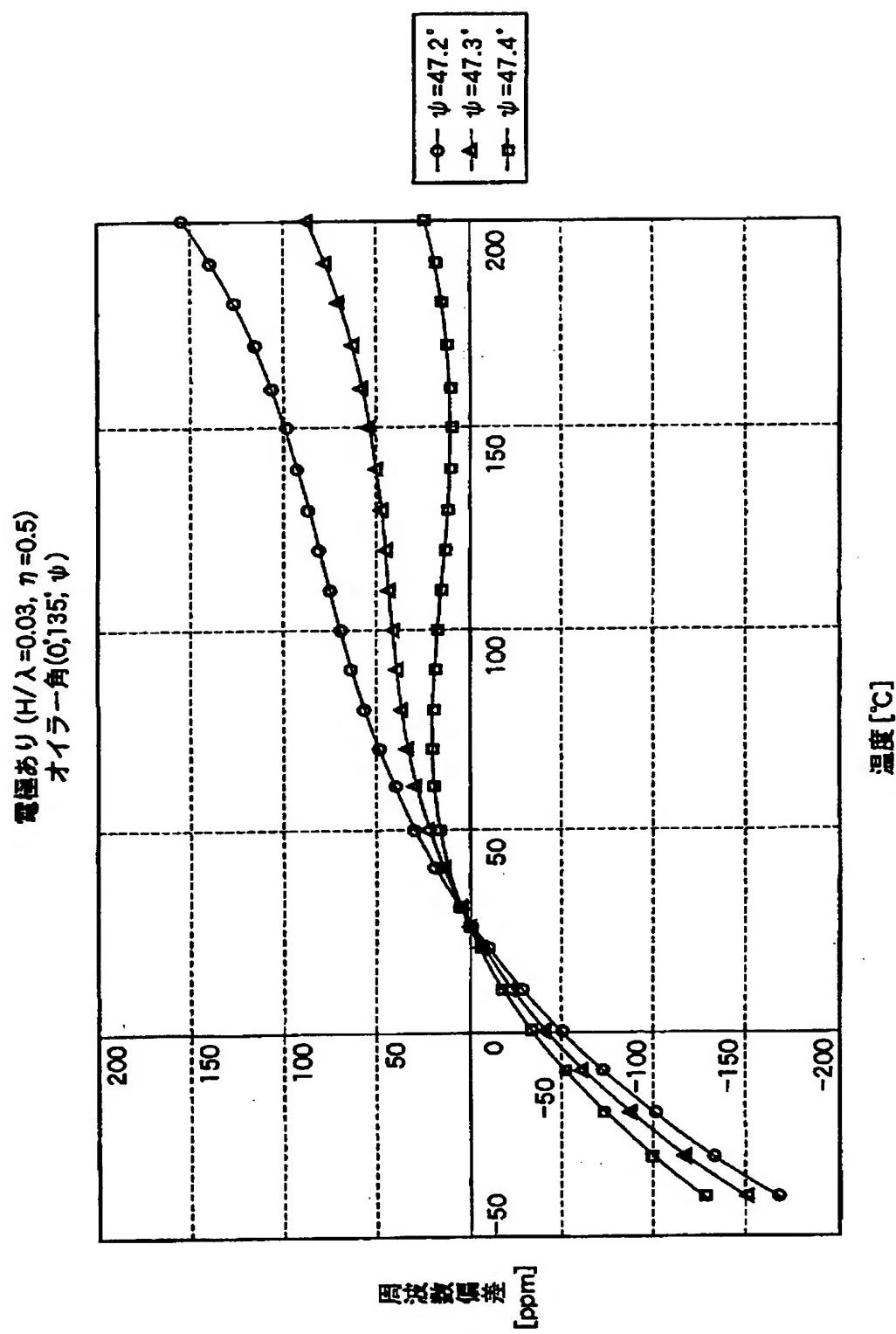
【図 4】



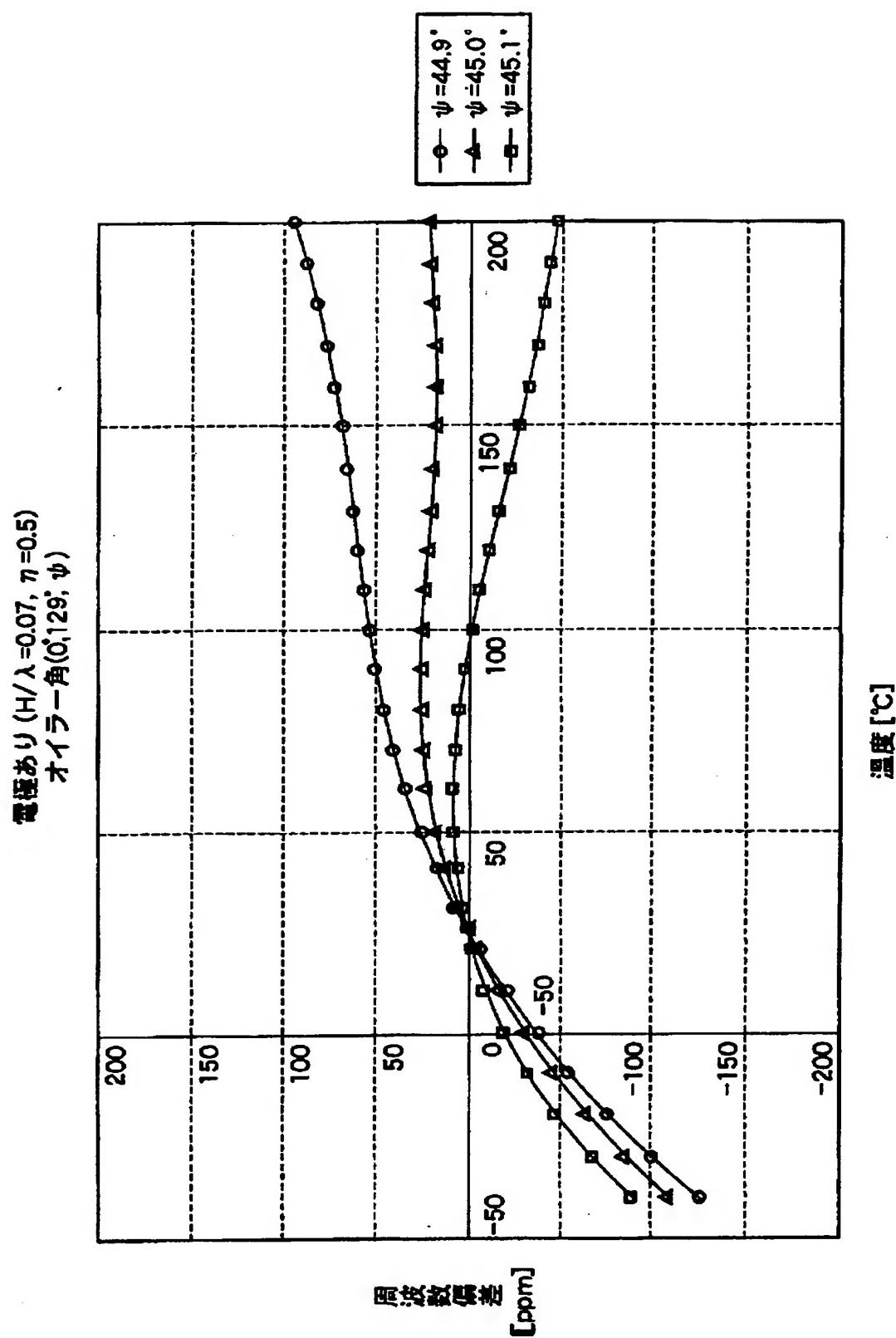
【図5】



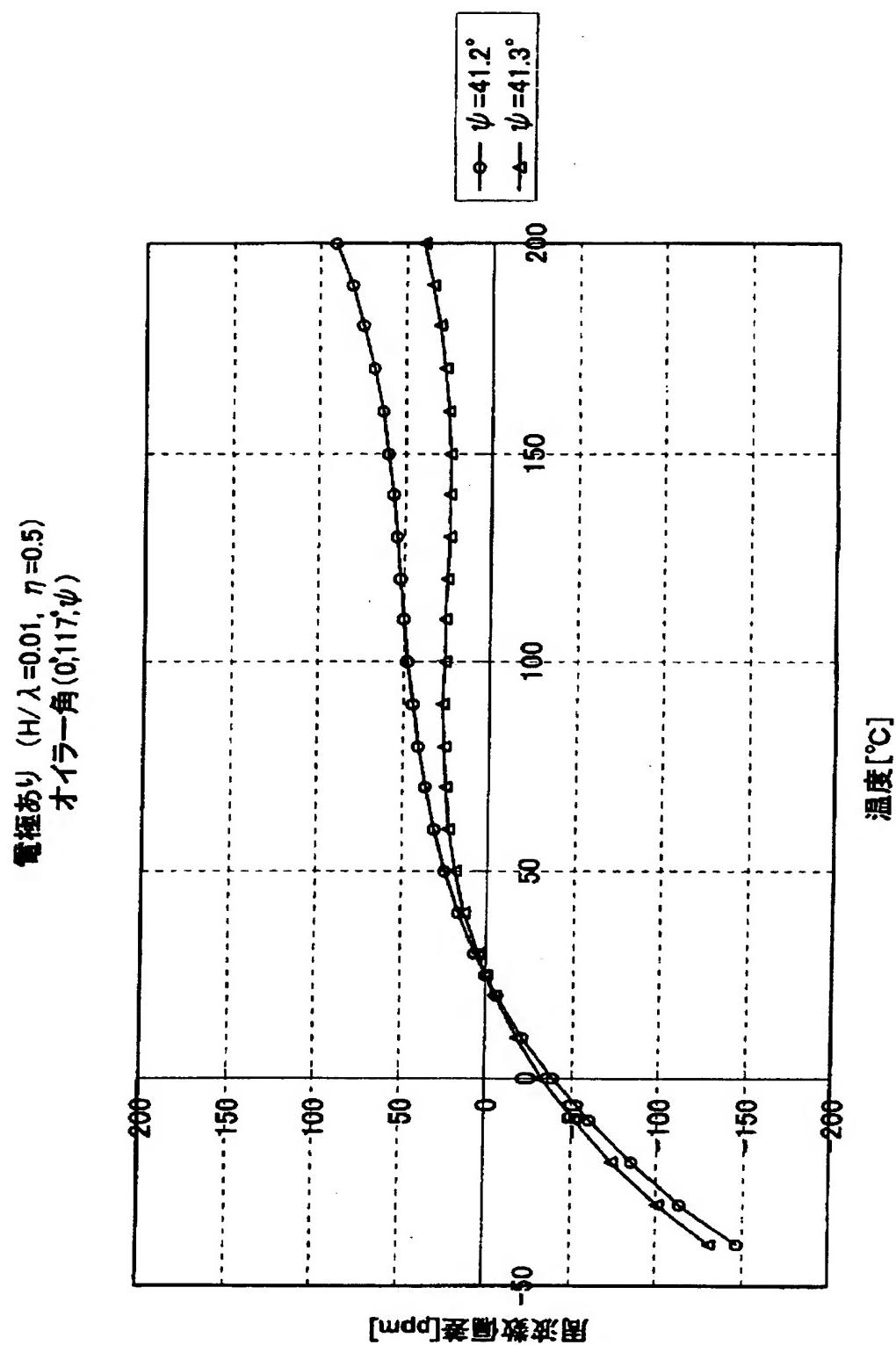
【図 6】



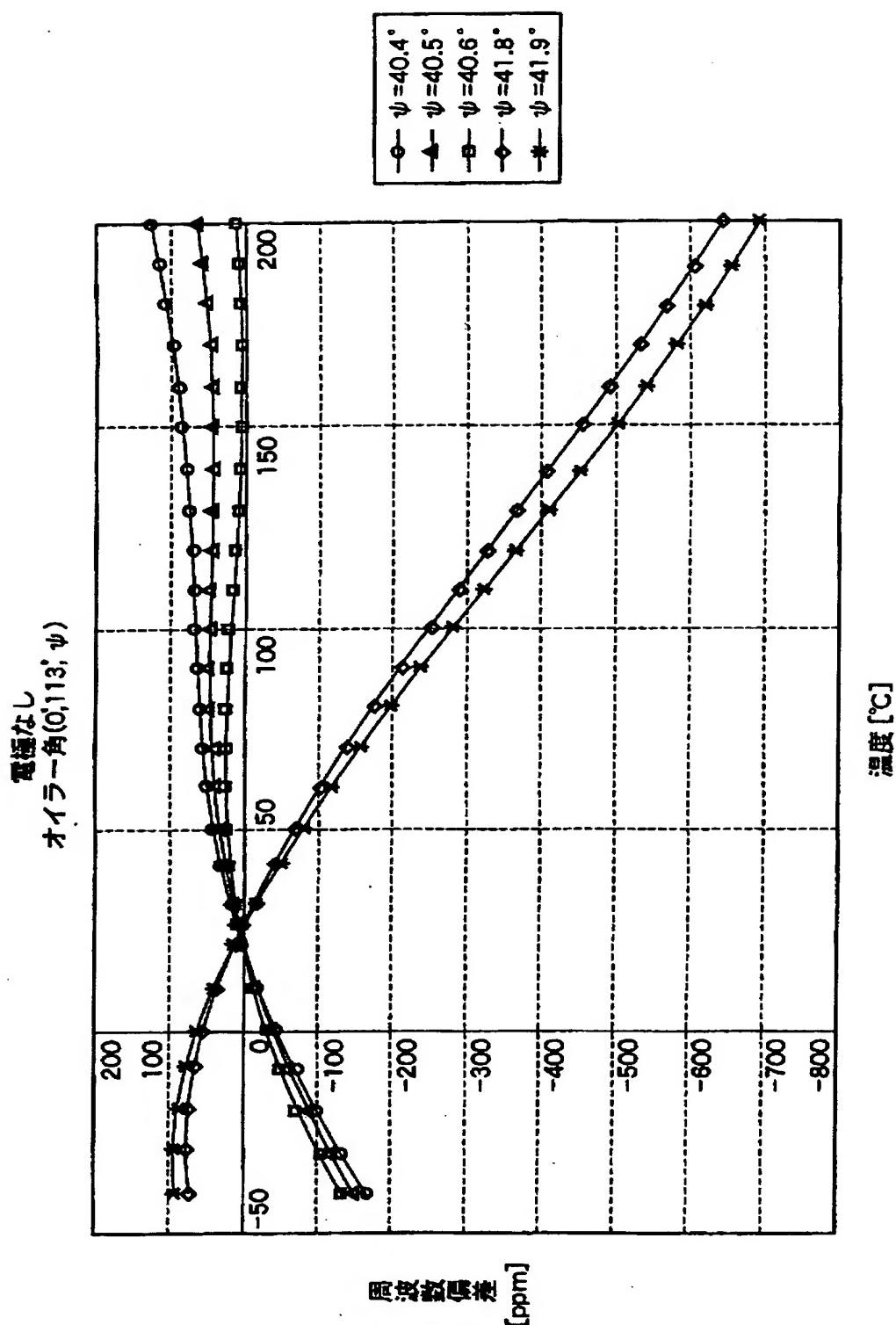
【図7】



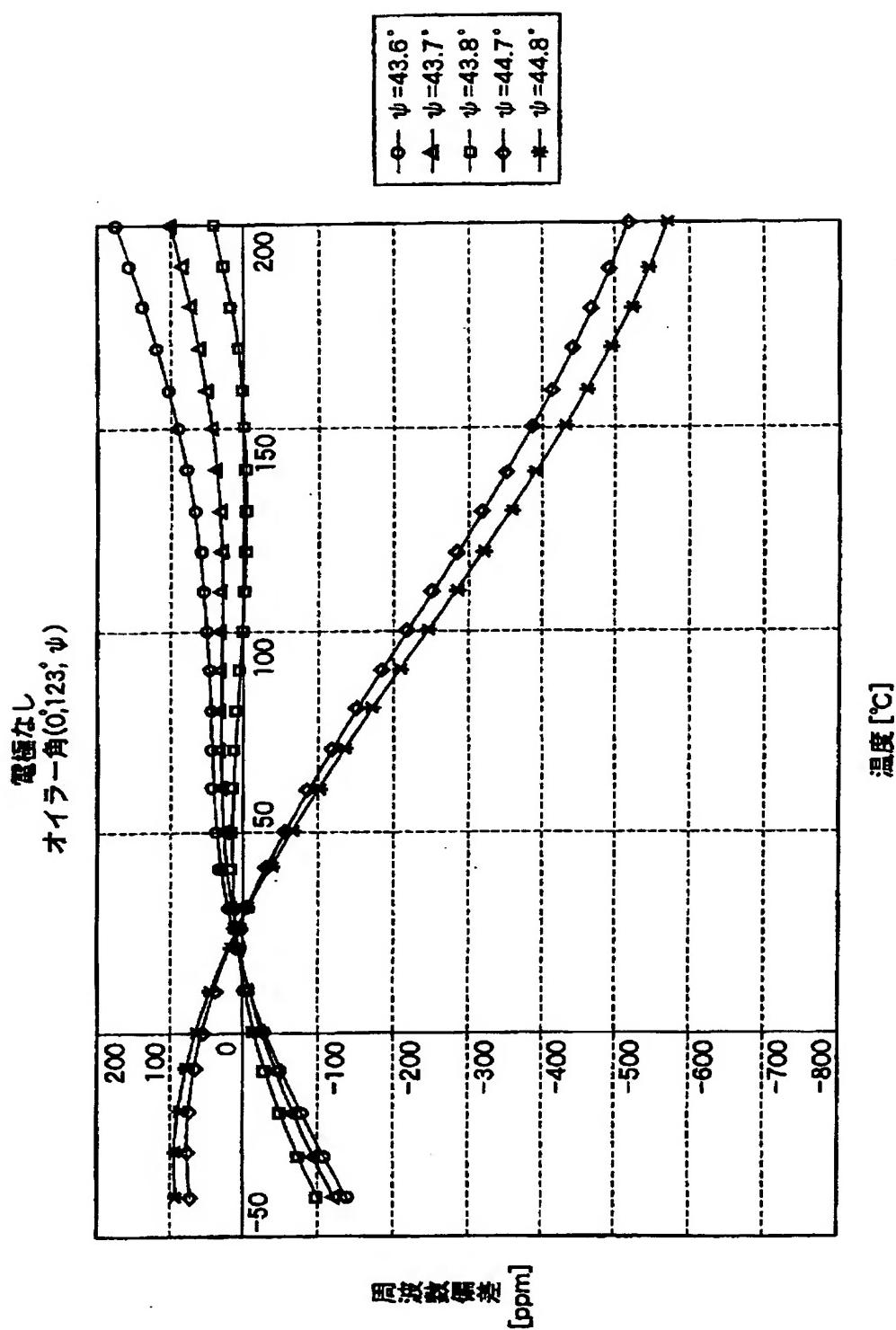
【図8】



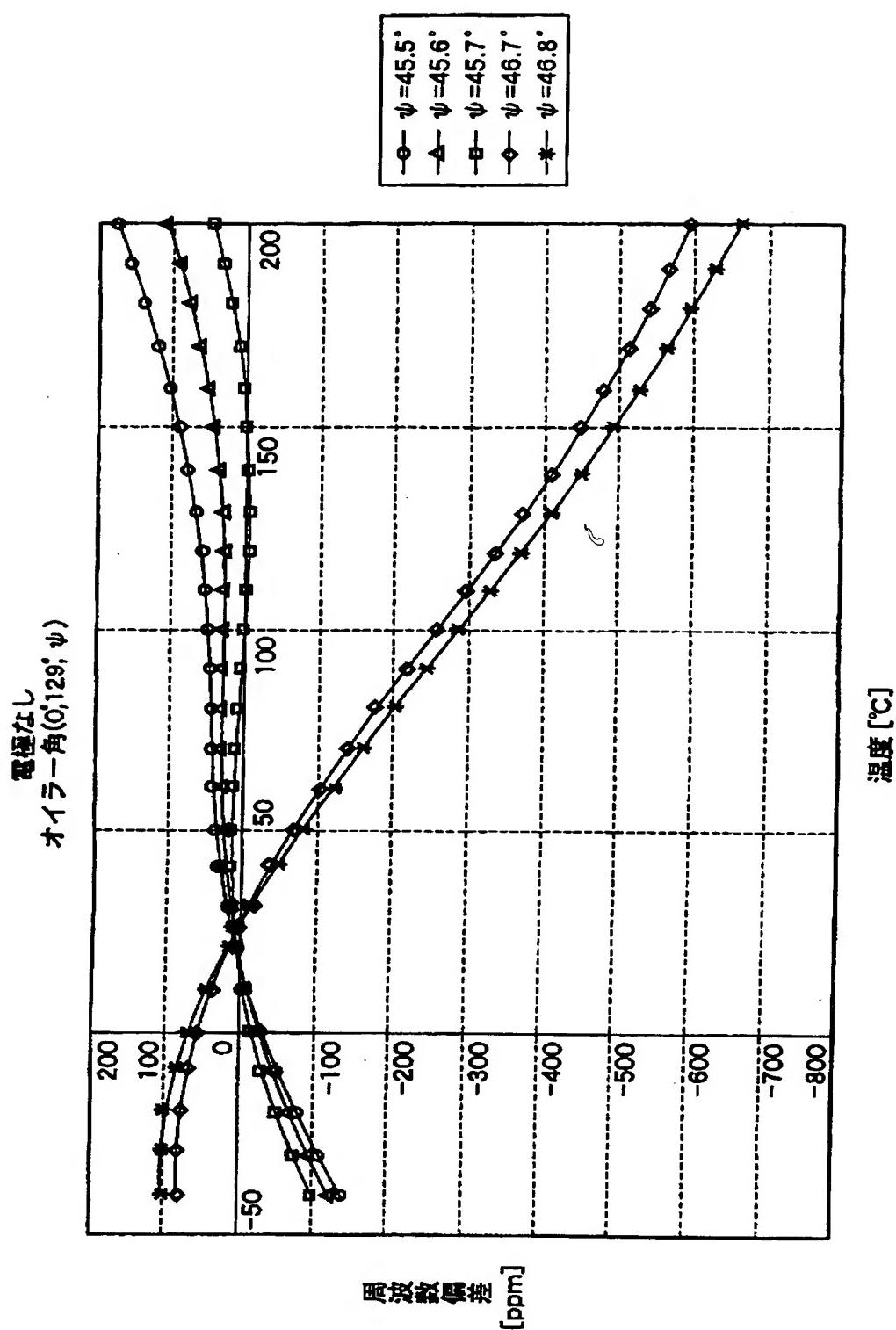
【図9】



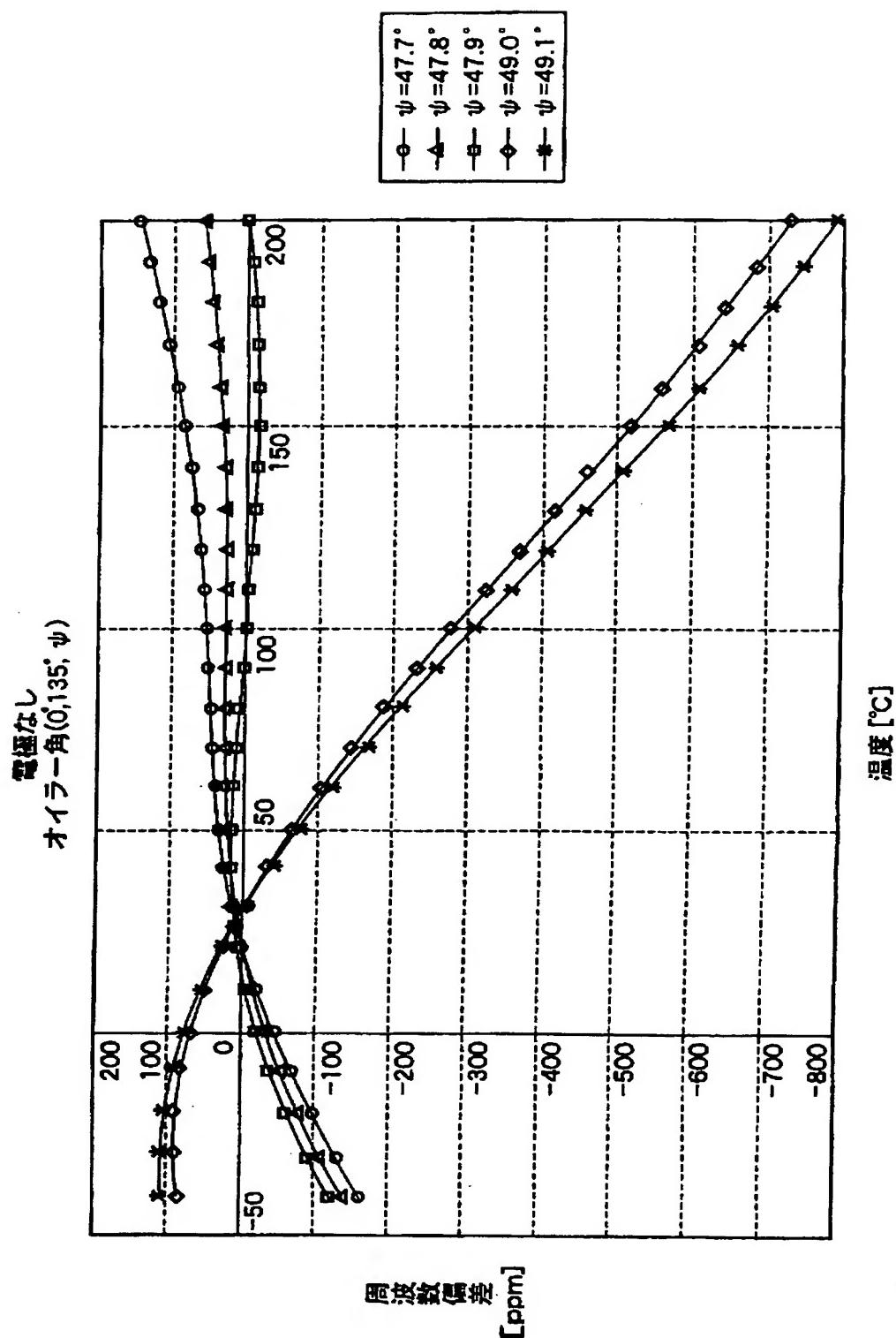
【図10】



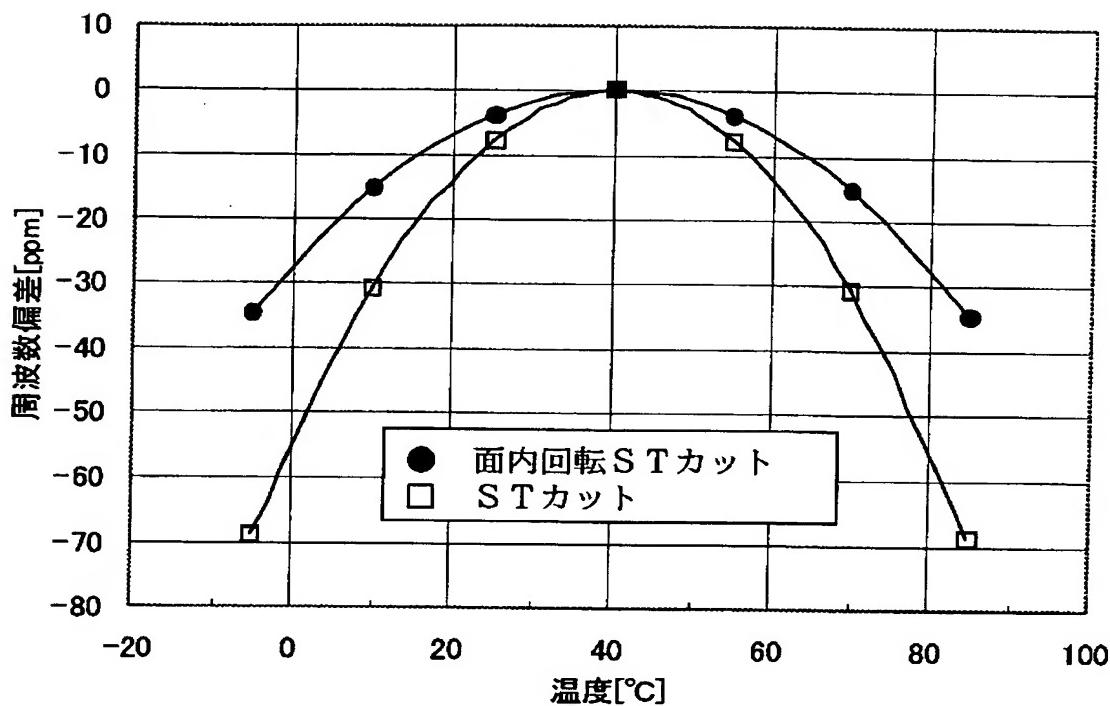
【図 11】



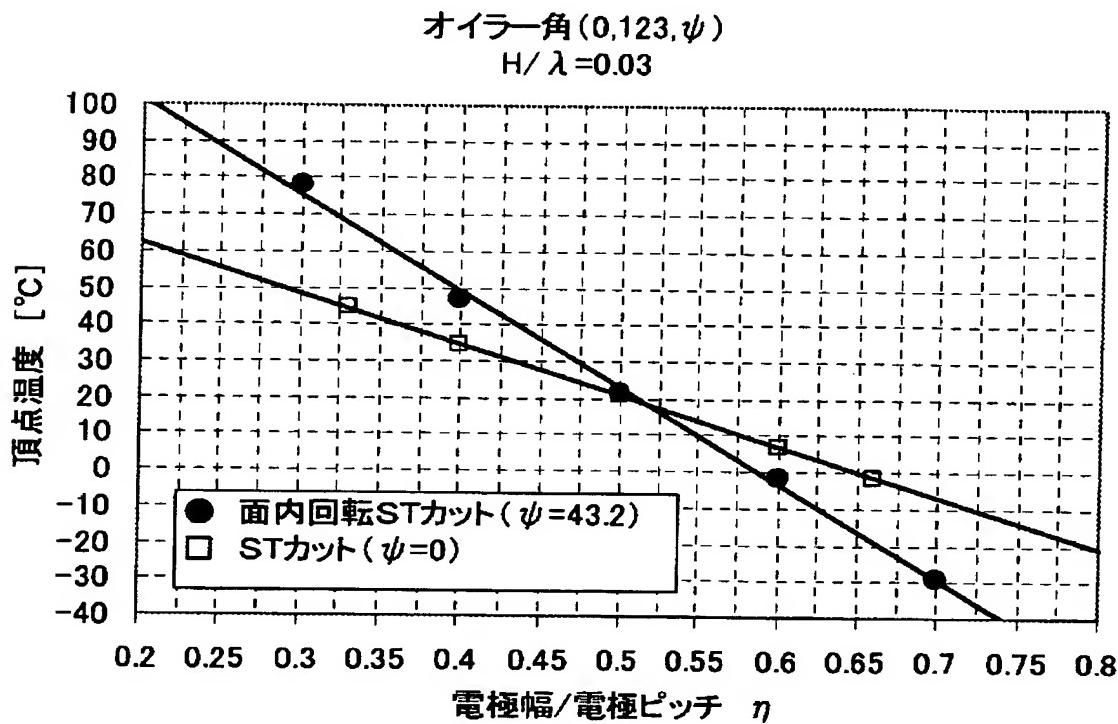
【図12】



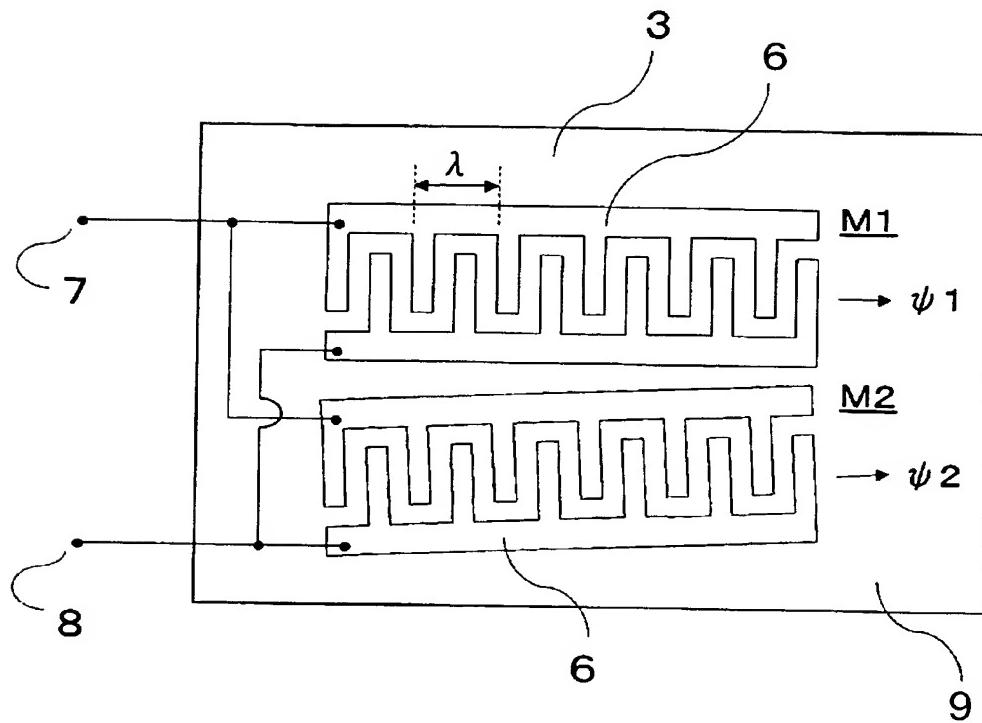
【図 13】



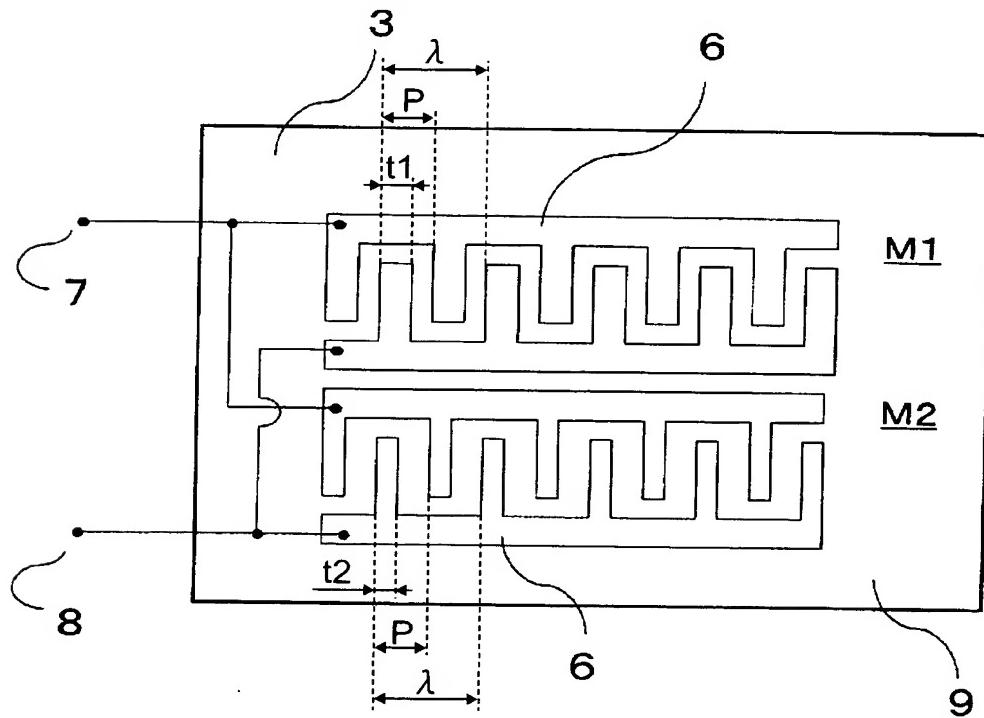
【図 14】



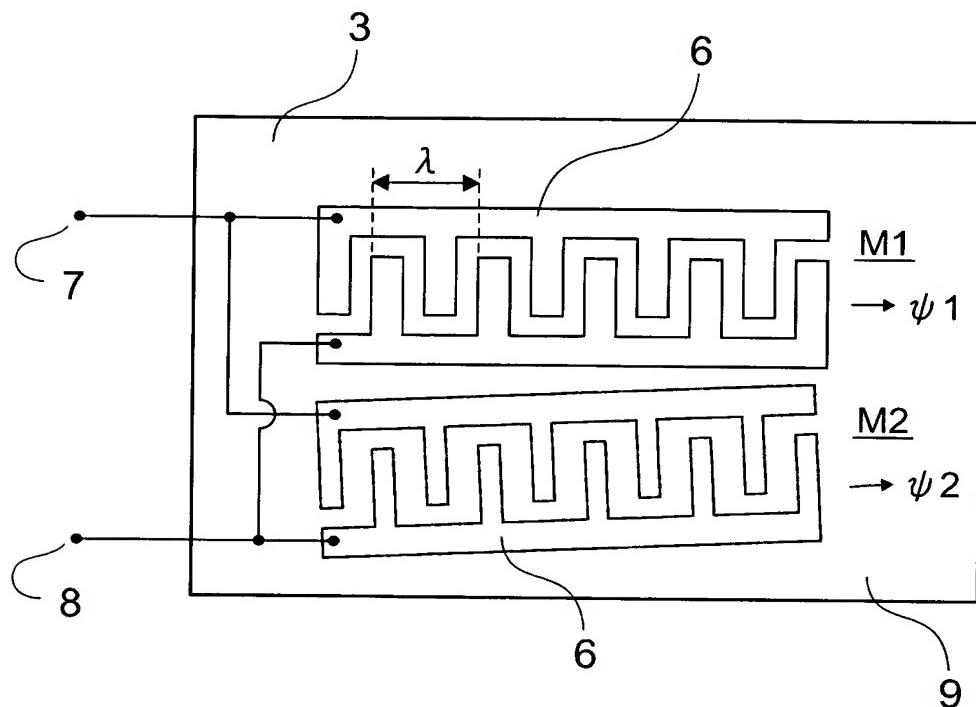
【図15】



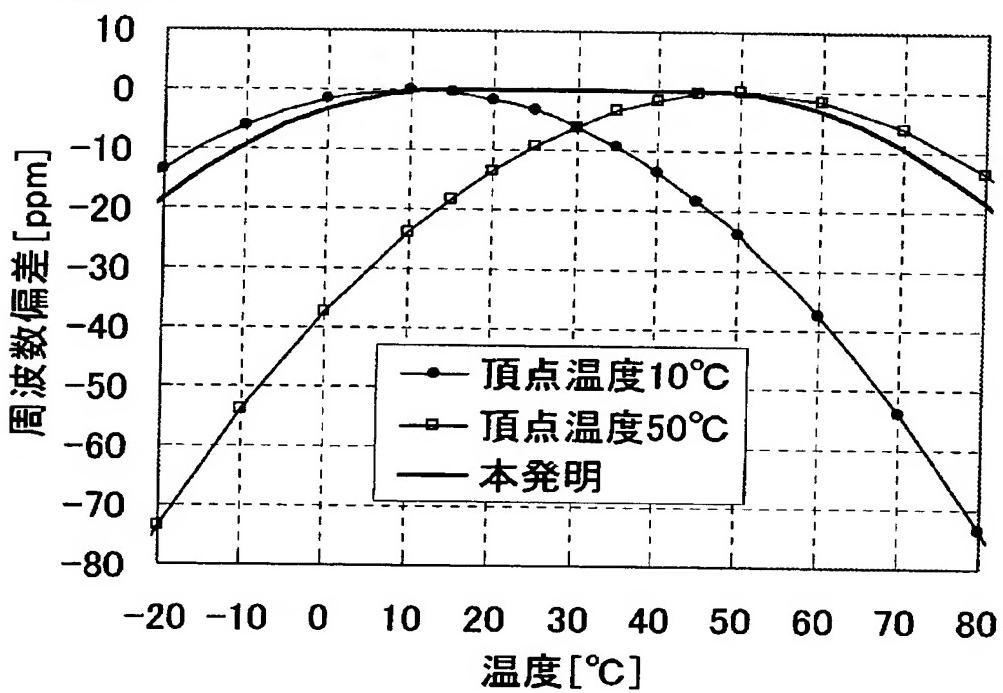
【図16】



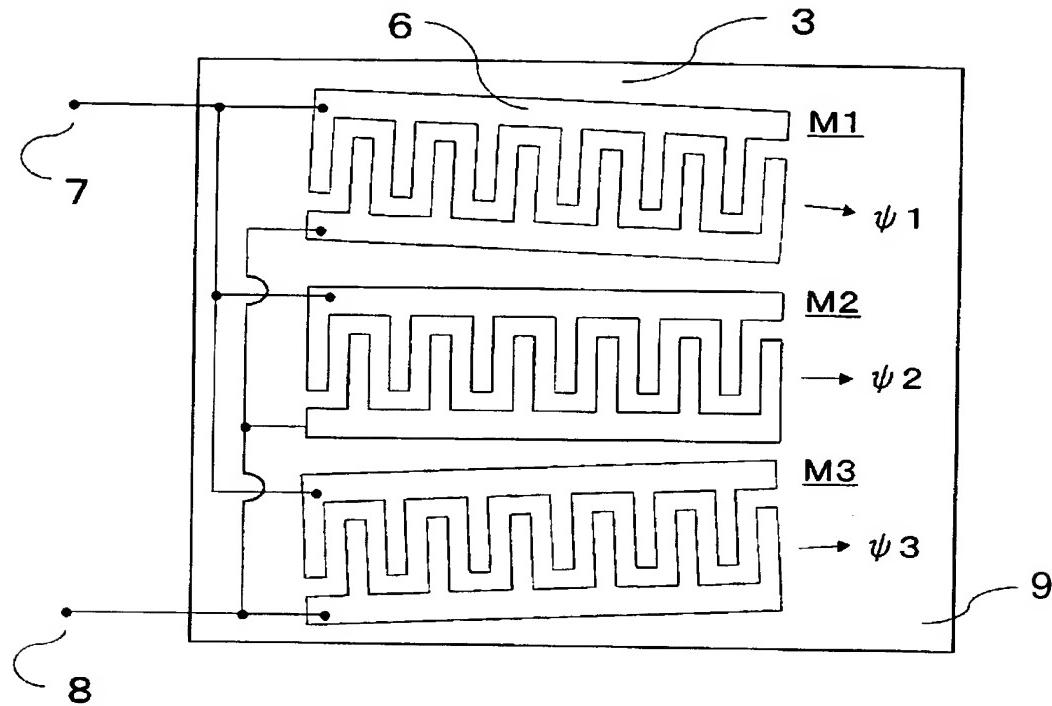
【図17】



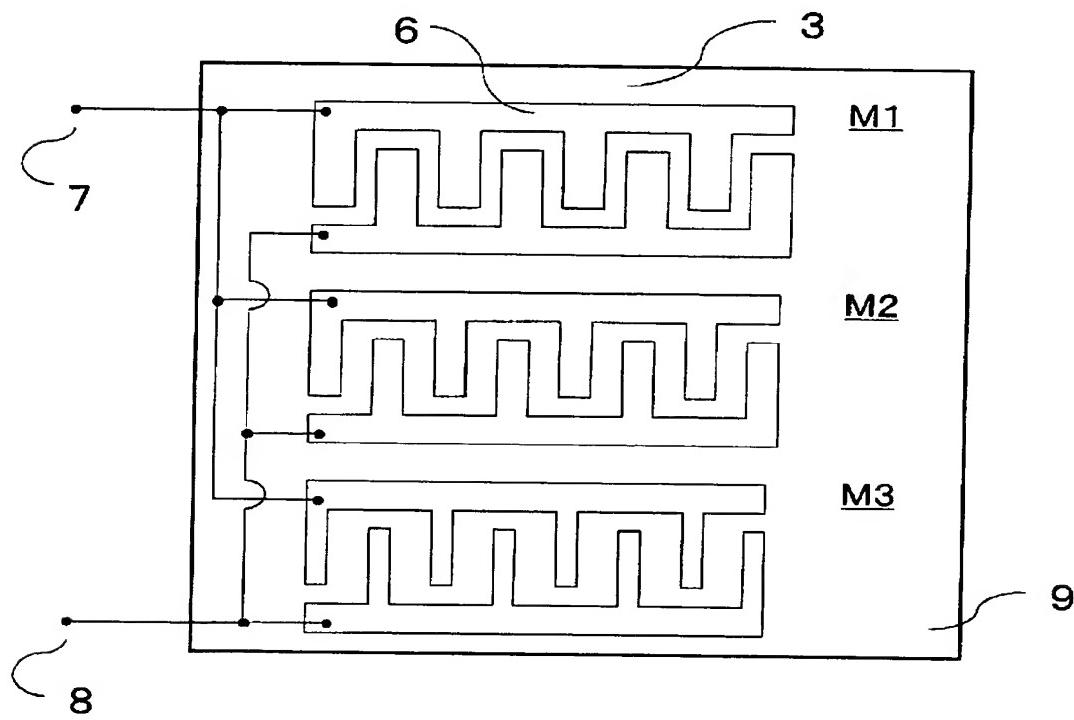
【図18】



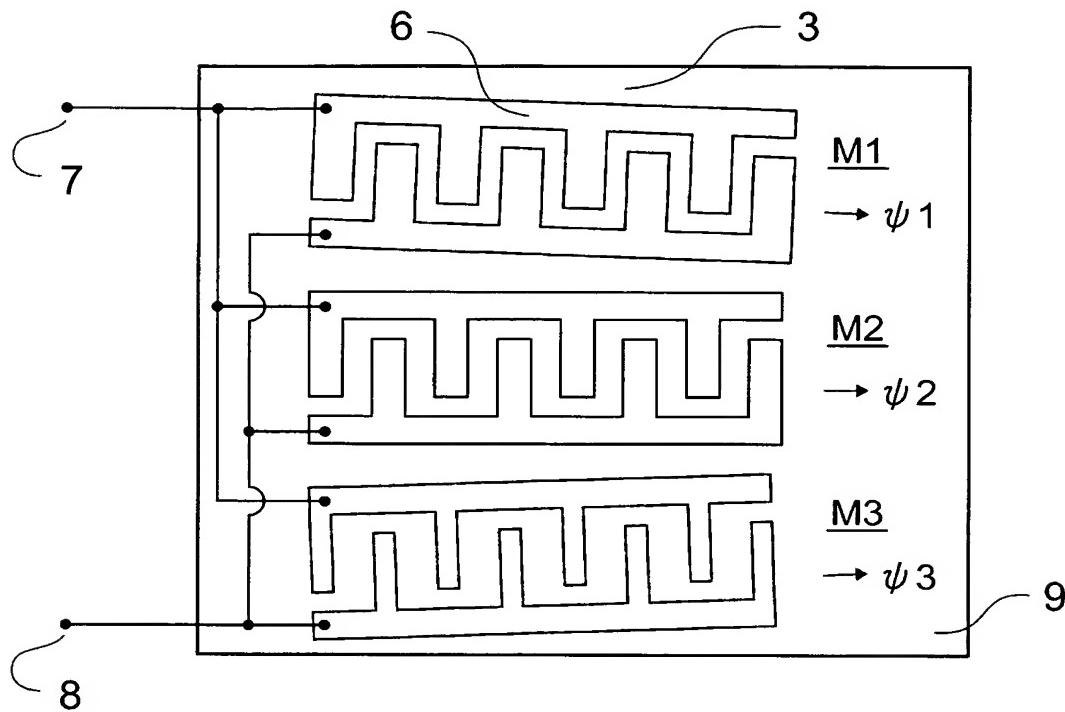
【図19】



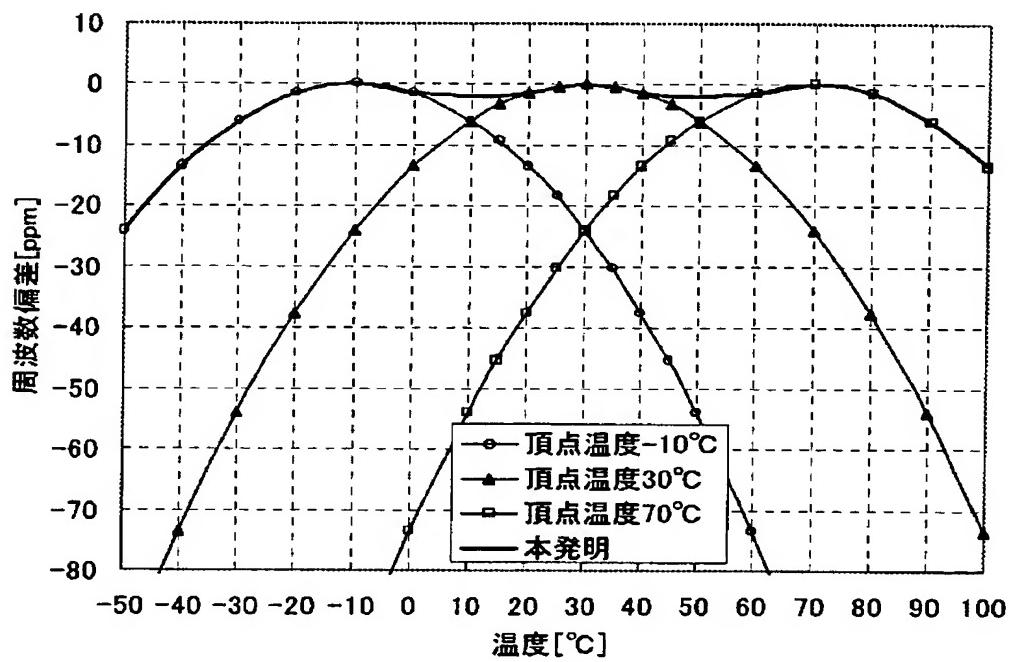
【図20】



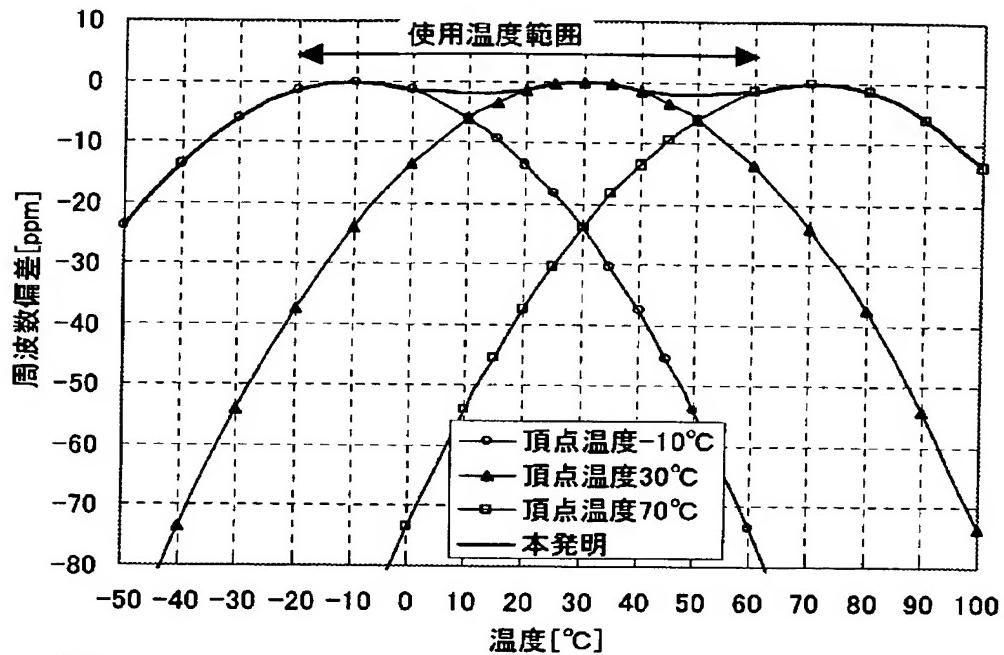
【図21】



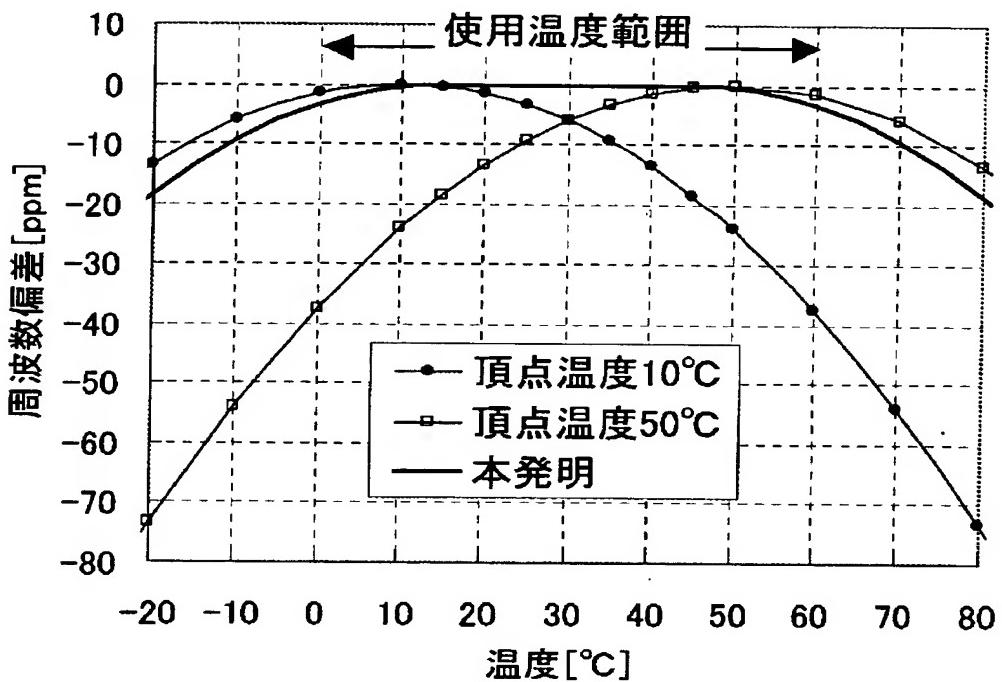
【図22】



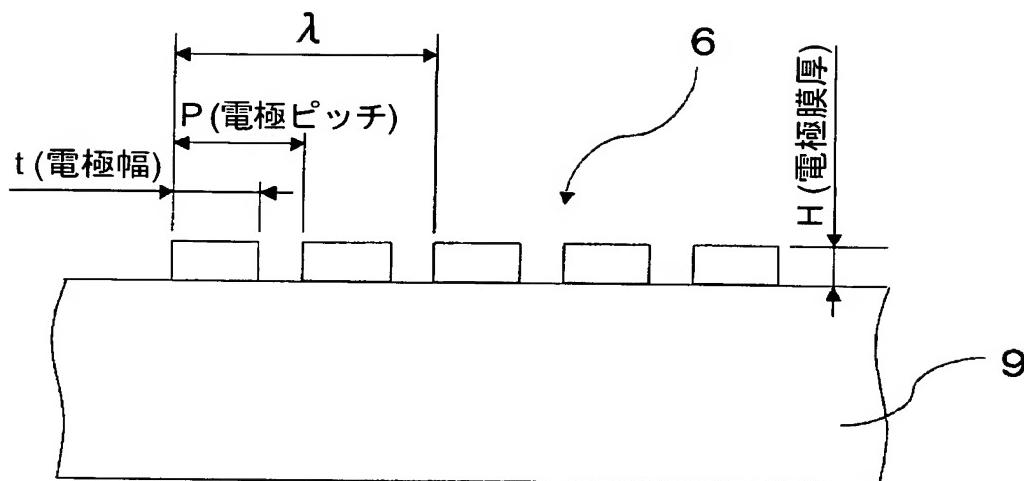
【図23】



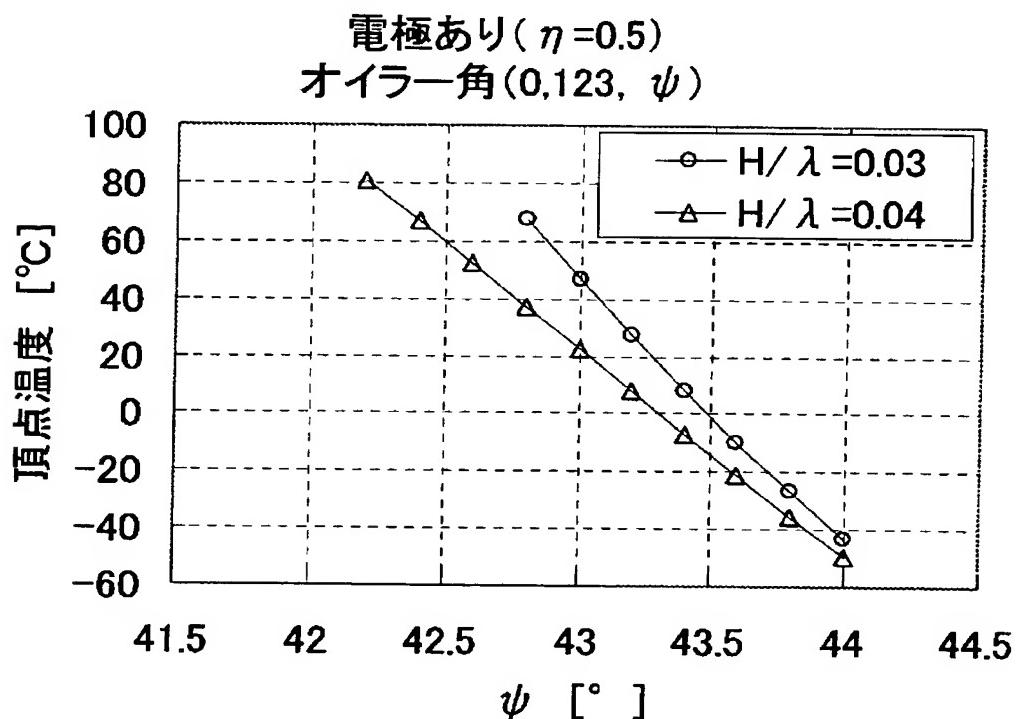
【図24】



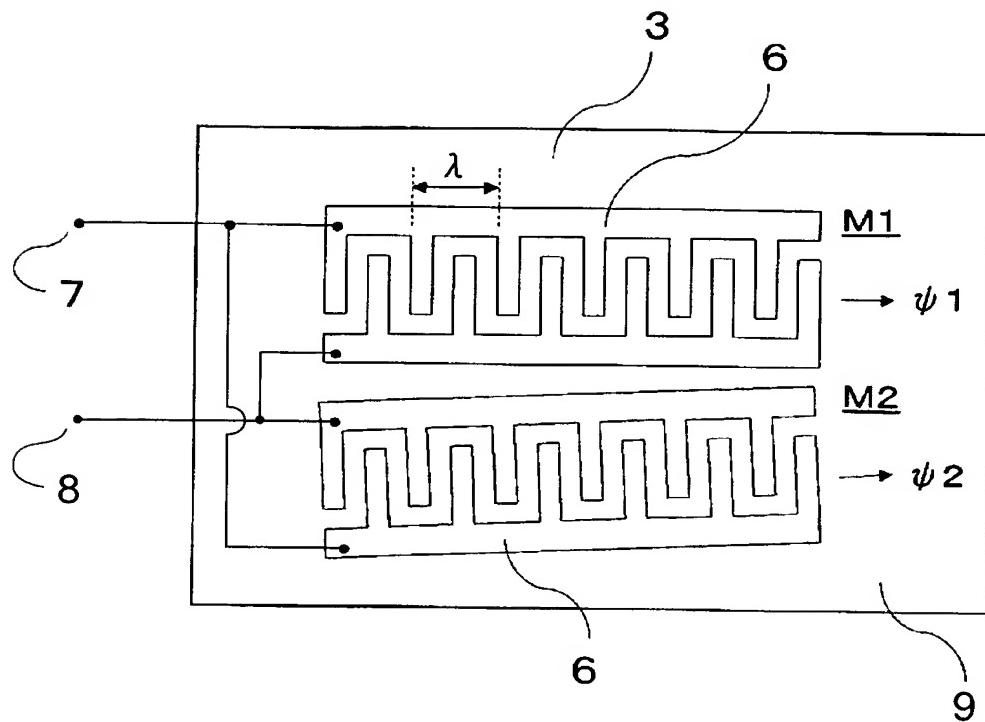
【図25】



【図26】



【図27】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 複数の弹性表面波素子を同一基板上に並列関係に接続されて配置した弹性表面波装置を小型化するとともに、広い温度範囲において温度特性を良好にする。

【解決手段】 オイラー角が(0° , $113\sim135^\circ$, $\pm(40\sim49^\circ)$)で切り出された水晶板の主表面上に複数の弹性表面波素子が、各々の伝搬方向 ψ が互いに異なるように配置される。そして、前記オイラー角を(0° , θ , ψ)とした場合、各々の前記伝搬角度 ψ を $0.3295\theta + 3.3318^\circ \pm 1.125^\circ$ の範囲内に設定すれば、前記伝搬方向の差を小さくすることが可能になる。これにより、弹性表面波素子のなす角度が小さくなり、弹性表面波装置の小型化が達成される。

【選択図】 図15

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-284152
受付番号	50301274604
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成 15 年 8 月 5 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100095728
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプ
【氏名又は名称】	ソン株式会社 知的財産本部内 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】	100107076
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプ
【氏名又は名称】	ソン株式会社 知的財産本部内 藤綱 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】	100107261
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプ
【氏名又は名称】	ソン株式会社 知的財産本部内 須澤 修

特願2003-284152

出願人履歴情報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社